UNIVERSITATEA „AL. I. CUZA“ IAŞI
FACULTATEA DE BIOLOGIE

Mihaela Niță
Rodica Rugină
Lăcrămioara Ivănescu
Naela Costică

COORDONATOR:
Constantin Toma

MORFOLOGIA ŞI ANATOMIA PLANTELOR

Manual de lucrări practice

EDITURA UNIVERSITĂȚII „ALEXANDRU IOAN CUZA“ IAŞI

Scanned with OKEN Scanner

UNIVERSITATEA „AL. I. CUZA" IAŞI
FACULTATEA DE BIOLOGIE

Mihaela Niță Rodica Rugină
Lăcrămioara Ivănescu Naela Costică

COORDONATOR:
Constantin Toma

MORFOLOGIA ȘI ANATOMIA PLANTELOR

Manual de lucrări practice

Palade Irina

EDITURA UNIVERSITĂȚII „ALEXANDRU IOAN CUZA"
IAȘI – 2000

Scanned with OKEN Scanner

Caietul de lucrări practice a fost analizat de o comisie formată din:

Prof. univ. dr. ***Toader Chifu***
Universitatea "Al. I. Cuza" Iaşi - Facultatea de Biologie

Prof. dr. ***Mihai Mititiuc***
Universitatea "Al. I. Cuza" Iaşi - Facultatea de Biologie

Conf. dr. ***Georgeta Filipescu***
Universitatea "Al.I. Cuza" Iaşi - Facultatea de Biologie

Tehnoredactare computerizată: ***Carmen Schin***

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

Lumea vie este divizată în două regnuri: vegetal şi animal. Dacă între un animal superior şi o plantă superioară caracterele distinctive sunt uşor de subliniat, aceasta se datoreşte faptului că ele constituie rezultatul unor tendinţe evolutive care s-au accentuat în cursul erelor geologice, plecând de la organismele vii "inferioare" unicelulare, numite **protiste.**

Reprezentanţii celor două linii divergente asigură trecerea progresivă a acestor fiinţe "inferioare" primitive la fiinţe vii "superioare" evoluate (anumite meduze nu seamănă cu unele ciuperci ? !)

Protistele includ un ansamblu de fiinţe vii la care caracterele ce disting animalele de plante sunt adesea puţin exprimate sau chiar lipsesc. Dacă distincţia este totuşi posibilă, regnul vegetal este reprezentat prin **protofite**, în timp ce **protozoarele** constituie regnul animal.

Plecând de la protiste, tendinţele evolutive care se manifestă şi apoi se accentuează din ce în ce mai mult în cele două regnuri sunt foarte diferite:

- se constată o regresie a facultăţilor de percepere a excitaţiilor externe (funcţia senzorială) şi de mişcare (funcţia motrice) la plante, în timp ce aceste tendinţe nu încetează de a se perfecţiona la animale;

- tendinţa de creştere este repede frânată la animal, care atinge rapid talia sa definitivă, în timp ce această tendinţă nu încetează decât o dată cu moartea la plantă;

- se constată o regresie a facultăţii de sinteză la animale; ele sunt toate **heterotrofe**, adică trebuie să-şi procure hrana, mai cu seamă din molecule organice complexe, din mediul ambiant; din acest motiv mijloacele lor de contact cu mediul s-au dezvoltat considerabil; dimpotrivă, în afară de plantele neclorofiliene (ciuperci, bacterii, virusuri şi structuri înrudite), toate celelalte plante sunt **autotrofe**, adică sunt capabile de a sintetiza aproape toate moleculele organice de care au nevoie, plecând de la molecule organice extrase din exterior; în legătură cu funcţia lor proprie şi cu organizarea lor în "sisteme" (digestiv, nervos, circulator ş.a.), la animale s-a realizat o specializare a organelor.

Subdiviziunile regnului vegetal. Toate plantele care cresc pe suprafaţa globului pot fi clasificate, după tipul lor general de organizare, în una din cele cinci mari încrengături: protofite (schizofite), talofite, briofite, pteridofite şi spermatofite (fanerogame). Prima încrengătură include **protocariotele** (organisme care nu au un "nucleu adevărat", ci un nucleu primitiv, fără membrană nucleară). Celelalte patru încrengături cuprind plante ale căror celule prezintă un nucleu "adevărat";

Scanned with OKEN Scanner

acestea sunt eucariotele.

Protofitele sunt procariote unicelulare sau la care celulele sunt reunite în filamente sau în colonii simple. Fiecare individ are valoarea unui organism întreg. Aici intră schizomicetele (bacterii, actinomicete), schizoficeele (cianoficeele sau algele albastre), virusurile şi structurile înrudite.

Talofitele sunt plante eucariote cel mai puţin evoluate, cele mai simple."Planta" este reprezentată fie printr-o singură celulă, fie printr-un ansamblu de celule care formează filamente sau masive şi este numită **tal.** Aceste plante se reproduc după modalităţi foarte diferite, dar diseminarea speciei se face totdeauna cu ajutorul unor celule speciale mici numite **spori**. În această mare încrengătură intră talofitele clorofiliene sau algele (cu un pigment verde numit clorofilă) şi talofitele neclorofiliene sau ciupercile (fără clorofilă).

Briofitele sau muşchii sunt plante ce derivă din alge prin adaptare la viaţa terestră. Ele sunt organisme mai evoluate, prezentând o tulpină acoperită de frunze mici, dar fiind lipsite de rădăcini. Funcţia de nutriţie (absorbţie) este asigurată de celule lungi, specializate, născute din tulpină şi numite rizoizi. Diseminarea se face tot prin intermediul sporilor.

Pteridofitele sau ferigile sunt plante ce fac trecerea de la grupele vegetale mai puţin evoluate (talofite şi briofite) spre cele mai evoluate (numite şi plante "superioare"). Ele au aparatul vegetativ un corm, alcătuit din tulpină (mai adesea subterană, numită rizom), frunze şi rădăcini. La aceste plante nu se formează nici floare, nici sămânţă. Diseminarea se face prin spori. Totuşi, se constată apariţia după fecundaţie, pentru prima dată în evoluţia generală a regnului vegetal, a unui **embrion** adevărat (planta în miniatură), care însă nu este încă protejat de ţesuturi speciale.

Spermatofitele sau plantele cu sămânţă reprezintă cea mai mare parte a florei actuale, fiind calificate drept "superioare". Aparatul lor vegetativ, îndeplinind funcţiile "vegetative" (absorbţie, asimilaţie, creştere, susţinere, conducere, protecţie, secreţie etc.), este reprezentat prin tulpină, frunze şi rădăcini. Aparatul reproducător este localizat în organe speciale numite flori. Diseminarea se face prin seminţe.

După localizarea şi structura acestora, se disting două subîncrengături:

Gimnospermele, la care sămânţa este "nudă", în contact direct cu atmosfera şi situată pe organe numite "solzi ovuliferi".

Angiospermele , la care sămânţa se formează în interiorul unui organ închis numit "ovar" ce va deveni fruct după polenizare şi fecundare.

Sămânţa este alcătuită din trei părţi principale:

- embrionul, format din radiculă, tigelă (axă hipocotilă) ce poartă 1 - 2 cotiledoane şi se termină cu o gemulă sau plumulă (muguraş);
- ţesutul de rezervă numit albumen la angiosperme şi endosperm la gimnosperme;

Scanned with OKEN Scanner

- învelişul protector, numit tegument sau spermodermă.

Angiospermele cuprind două clase;

- Dicotiledonate, al căror embrion are două cotiledoane.
- Monocotiledonate, al caror embrion nu are decât un cotiledon.

După nivelul de structură studiat, Morfologia şi anatomia platelor cuprinde:

1. Citologia* - care studiază unitatea funcţională de organizare, adică celula.
2. Histologia - care studiază, cu ajutorul microscopului, structura ţesuturilor, oricare ar fi localizarea lor în diferitele organe ale plantei.
3. Organografia - care studiază formele exterioare ale plantei şi ale organelor sale, ca şi dispoziţia şi transformările acestor organe.
4. Anatomia - care studiază, cu ajutorul microsopului, repartiţia diferitelor ţesuturi în interiorul organelor vegetative şi de reproducere.
5. Embriologia** - care studiază formarea şi structura embrionului, ca şi procesele care preced embriogeneza.

---

* În Planul actual de învăţământ al Facultăţii de Biologie de la Universitatea "Al. I. Cuza" din Iaşi este o disciplină distinctă, care se predă studenţilor din anul I, pentru care există un curs special de un semestru, completat de lucrări practice corespunzătoare.

** Disciplină care se predă un semestru studenţilor din anul III

Scanned with OKEN Scanner

I. NOŢIUNI SUMARE DESPRE MICROSCOP ŞI TEHNICILE DE LABORATOR

A. MICROSCOPUL

Microscopul este un instrument utilizat pentru observarea unui obiect prea mic ca să poată fi examinat cu ochiul liber.

Dimensiunea dată de cel mai mic obiect pe care-l putem vedea cu ochiul liber este limitată de acuitatea noastră vizuală. În condiţii normale de observare (iluminare corectă, ochi neobosit şi plasat la distanţă minimă de punere la punct), această acuitate vizuală este de ordinul unghiului minut. De exemplu, două puncte sunt separate când unghiul sub care cele două puncte se văd depăşeşte 1 minut. Puterea separatoare unghiulară nu exprimă într-o manieră imediată puterea separatoare liniară, care este distanţa măsurată asupra obiectului însuşi. Ca urmare, puterea separatoare liniară depinde de distanţa la care obiectul este văzut de ochi şi aceasta, la rândul ei, depinde de caracteristicile ochiului observatorului. Dacă acesta este tânăr sau dacă este afectat de miopie, el poate vedea un obiect situat la mai puţin de 20 cm de ochiul său. Puterea separatoare este atunci de 1 minut, exprimat în radiani, înmulţit cu distanţa de observare exprimată în centimetri: 20 x 0,0003 = 0,006 cm sau 60 micrometric (μm) (1 μm = 1/1000 mm sau 10^{-3} mm).

Convenţional, un observator cu vedere normală şi de vârstă medie ar trebui să plaseze obiectul la o distanţa minimă de vizualizare de 25 cm. În acest caz, puterea separatoare calculată va fi de 75 μm.

O simplă lupă permite deja ameliorarea puterii separatoare, diminuând distanţa de observare a obiectului, crescând deci unghiul sub care privim.

Microscopul "optic" sau "fotonic" (prin opoziţie cu microscopul eletronic sau ionic) permite astăzi, în lumină vizibilă, atingerea unui prag de 0,2 μm. Dimensiunea obiectului de studiat condiţionează tehnicile de observare utilizate şi delimitează amplitudinea diferitelor domenii de cercetare (citologie, histologie, anatomie).

Microscopul utilizat în laborator cuprinde două părţi principale: stativul sau partea mecanică şi partea optică (fig. 1).

Scanned with OKEN Scanner

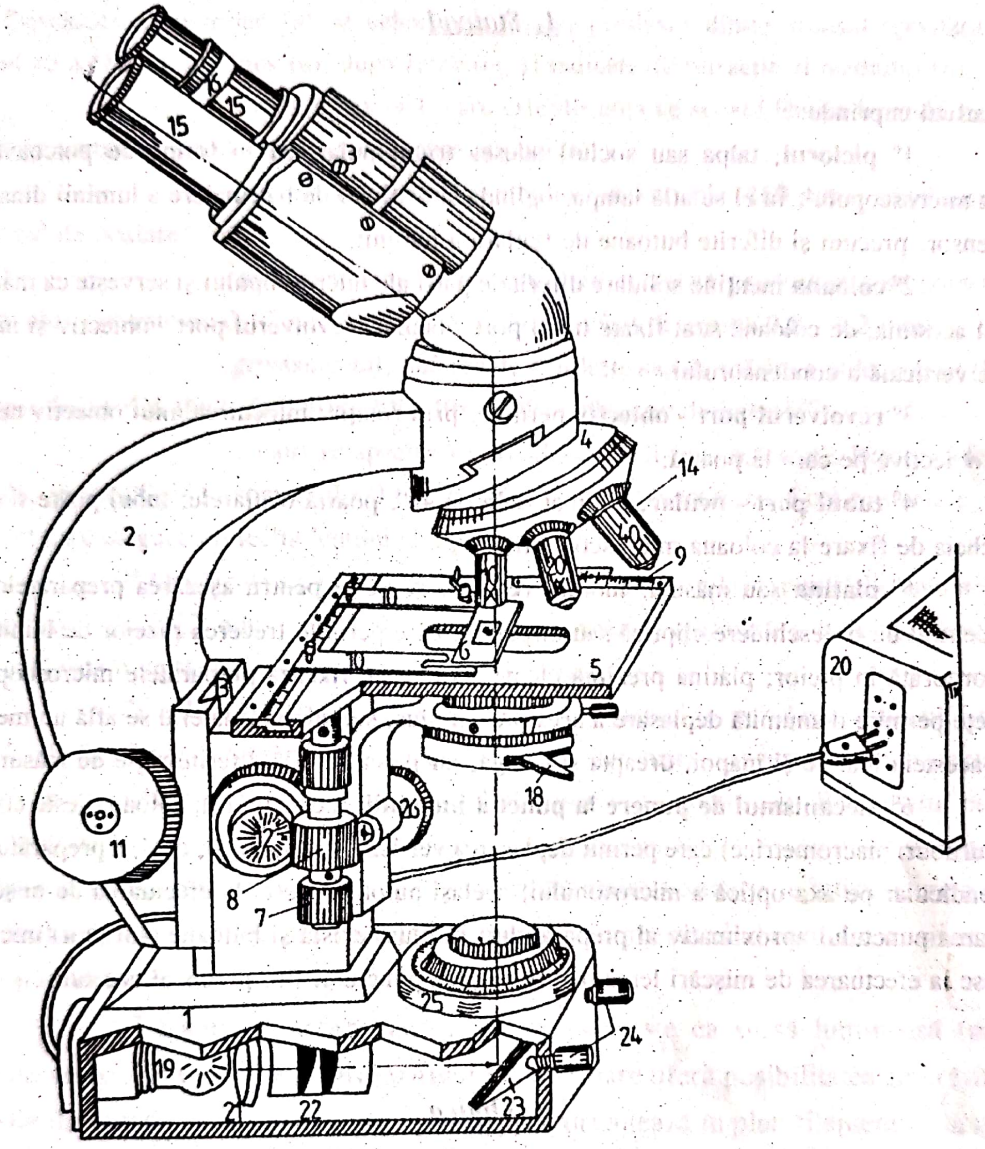


Fig. 1. Microscopul binocular de laborator M.L. 4B
1 - talpa microscopului; 2 - mâner; 3 - tubul microscopului; 4 - revolverul; 5 - platina; 6 - lama port-obiect; 7,8 - şurub cu cremalieră; 9 - riglă gradată; 10 - cleme; 11 - şurub macrometric; 12 - şurub micrometric; 13 - cemalieră; 14 - obiective (10x; 20x; 40x; 90x); 15 - oculare; 16 - inel dioptric; 17 - condensator; 18 - diafragma-iris; 19 - bec; 20 - transformator; 21 - filtru; 22 - lentile; 23, 24 - oglinda şi şuruburile de reglare; 25 - dispozitiv excentric; 26 - şurubul condensatorului (d. Filipescu)

Scanned with OKEN Scanner

1. Stativul

Stativul cuprinde:

1° **piciorul**, talpa sau soclul, adesea triunghiular ori în formă de potcoavă, asigură stabilitatea microscopului; în el se află lampa, oglinda şi orificiul de pătrundere a luminii dinspre lampă spre condensor, precum şi diferite butoane de reglare a luminii;

2° **coloana** menţine solidare diferitele părţi ale microscopului şi serveşte ca mâner pentru transportul acestuia; de coloană sunt fixate tubul port - ocular, revolverul port - obiectiv şi mecanismul de mişcare verticală a condensorului.

3° **revolverul port - obiectiv** permite, prin rotaţie, înlocuirea unui obiectiv cu altul, din cele 4 - 5 obiective pe care le poartă;

4° **tubul port - ocular**, înclinat oblic la 45°, poartă ocularele; tubul poate fi rotit 360°, ulilizând cheia de fixare la coloana microscopului;

5° **platina** sau măsuţa, mobilă vertical, serveşte pentru aşezarea preparatelor; ea este perforată central de o deschidere eliptică sau circulară, care permite trecerea razelor de lumină dinspre lampa incorporată în picior; platina prezintă cleme - valet, ce fixează preparatele microscopice, dar a căror suplete permite o anumită deplasare a acestora; în plus, sub platină, lateral se află un mecanism de mişcare a acesteia înainte şi înapoi, dreapta şi stânga, iar pe ea se află diferite rigle de măsurare.

6° **mecanismul de punere la punct a imaginii**, incorporat în coloană, este comandat de butoane (şuruburi macrometrice) care permit deplasarea verticală a platinei şi, deci, a preparatului într-un plan perpendicular pe axa optică a microsopului; acelaşi buton serveşte la efectuarea de mişcări rapide pentru fixarea punctului aproximativ al preparatului; în plus, există şi butoane (şuruburi micrometrice) care servesc la efectuarea de mişcări lente pentru fixarea punctului fin, precis al acestuia.

2. Optica

1° **Obiectivele** sunt constituite dintr-un sistem de lentile dispuse într-o montură metalică; lentila vizibilă şi îndreptată spre platină se numeşte frontală. Fiecare obiectiv are înscrise pe montura metalică anumite caracteristici;

- deschiderea numerică (apertura), care exprimă unghiul maxim sub care razele de lumină dinspre preparatul microscopic pot pătrunde în interiorul sistemului optic; ea este constantă pentru un acelaşi con luminos, oricare ar fi mediul traversat (apă, glicerină, ulei de cedru, balsam); la

Scanned with OKEN Scanner

microscopul românesc ML - 4M fiind de 0,1 -ob. 6x; 0,3 -ob. 10x; 0,4 - ob 20x; 0,6 - ob 40x; ... - ob. 90x. Deschiderea numerică (a) se calculează făcând produsul dintre sinusul jumătăţii unghiului de deschidere a conului luminos (u), după refracţie, şi indicele de refracţie al mediului (n): $a = n \cdot \sin u$

- distanţa frontală, care este distanţa ce separă lentila frontală a obiectivului de lamela preparatului (când imaginea este pusă la punct);

- lungimea mecanică a tubului microscopic (160 mm), adică distanţa ce separă obiectivul de oculare;

- grosimea lamelei (pentru care refracţia produsă a fost corectată la nivelul obiectivului), ce este de 0,17 mm (lama port - obiect având de regulă 0,8 - 1,2 mm);

- grosismentul, puterea de rezoluţie sau de mărire a obiectivului (la microscopul românesc ML - 4M fiind: 6x*, 10x, 20x, 40x şi 90x - obiectiv de imersie**)

- uneori se specifică şi tipul corecţiei (ex. acromat). Pentru obiectivul 40x, de exemplu, se specifică: Acromat 40 x 0,65/160 - 0,17; acest obiectiv, ca şi cel cu imersie, este montat pe un resort care asigură protecţia lentilei şi a preparatului.

2° **Ocularele** sunt formate din două lentile montate la extremităţile unei monturi metalice (cu diametrul de 23,2 mm) care este introdusă în partea superioară a tubului microscopic; lentila superioară este numită ocular, iar cea interioară, colectoare.

Cele două oculare au înscrise pe ele grosismentul (în cazul microscopului românesc ML - 4 M fiind: 5x, 7x şi 10x) şi chiar tipul corecţiei (ex. acromat) - uneori, unul din oculare poate avea introdus un ac indicator, pentru a marca detaliul observat la microscop. Binocularul este prevăzut în partea inferioară cu coadă de rândunică circulară, prin intermediul căreia se poate monta pe microscop. În partea superioară sunt dispuse tuburile -ocular, cu diametre standard de introducere a ocularelor. Pe tubul ocular stâng este prevăzut inelul dioptriilor, prin intermediul căruia se realizează corectarea ametropiei ochiului.

3° **Lampa**, incorporată în picior, serveşte ca sursă luminoasă (mai adesea se foloseşte un bec de 6v - 15w). Dispozitivul de iluminare oferă posibilitatea centrării filamentului sursei de iluminare, prin acţionarea unei bucşe ce orientează în plan filamentul sursei (de regulă, un bec de 6v - 15 w). Alimentarea dispozitivului de iluminare de la transformator se realizează

---

* folosit cu valoare de lupă, pentru circumscrierea imaginii generale a obiectului examinat

** folosit pentru detalii de mare fineţe şi în acest caz se pune o picătură de ulei de cedru între lamelă şi lentila frontală a obiectului

Scanned with OKEN Scanner

prin intermediul cablului de alimentare.

Transformatorul 16 VA se utilizează ca măsură de siguranţă impotriva tensiunilor de atingere periculoase.

Alimentarea de la reţeaua de tensiune 220 v - 50 Hz se realizează prin intermediul cordonului de alimentare prevăzut cu fişă bipolară, cu contact de protecţie lateral.

4⁰ **Oglinda**, formată din oglinda propriu-zisă (cu o faţă plană şi alta concavă) şi furca oglinzii, ce permite rabatarea în plan a oglinzii, precum şi rotirea, sa astfel încât oglinda să se poată orienta după dorinţă.

5⁰ **Condensorul**, localizat sub platină, este compus dintr-un sistem de lentile. Funcţia sa esenţială este de a proiecta, în planul preparatului, imaginea sursei luminoase. Sub condensor se află diafragma - iris (cu apertura de 1,4), care funcţionează ca cea a unui aparat fotografic. Deschiderea sa este reglată de o manetă mobilă în plan orizontal. Ea permite limitarea câmpului luminat şi obţinerea de conuri luminoase din ce în ce mai strâmte. În funcţie de mărirea obiectivelor se schimbă şi apertura, de la 1,4 la 0,35. Condensorul se poate apropia sau depărta vertical de platină datorită unui mecanism montat în coloana microscopului.

B. FORMAREA IMAGINII MICROSCOPICE

Cunoscând partea optică a microscopului, putem analiza foarte sumar traiectoria razelor luminoase în acest aparat şi reţine modul în care se produce imaginea virtuală pe care o înregistrăm în timp ce analizăm un preparat (fig. 2).

Să presupunem, pentru a simplifica expunerea, că ocularul şi obiectivul ar fi formate fiecare dintr-o singură lentilă. Razele luminoase dinspre lampă pătrund în condensor şi luminează obiectul de cercetat cu un con luminos a cărui lărgime este determinată de deschiderea diafragmei.

Fie OB - obiectivul şi OC - ocularul, ab - obiectul, f - centrul obiectivului, f' - centrul ocularului.

Obiectivul furnizează obiectului ab o imagine reală, mărită şi inversată a'b'. Acaeastă imagine se formează în mijlocul centrului f' al lentilei - ocular. Lentila - ocular măreşte a'b' cum ar face o lupă şi ochiul observatorului ar percepe deci, prin aceasta din urmă, imaginea virtuală, dreaptă şi mărită a"b" a imaginii reale a'b'.

29 : 4 = 7,2
20
=10

Scanned with OKEN Scanner

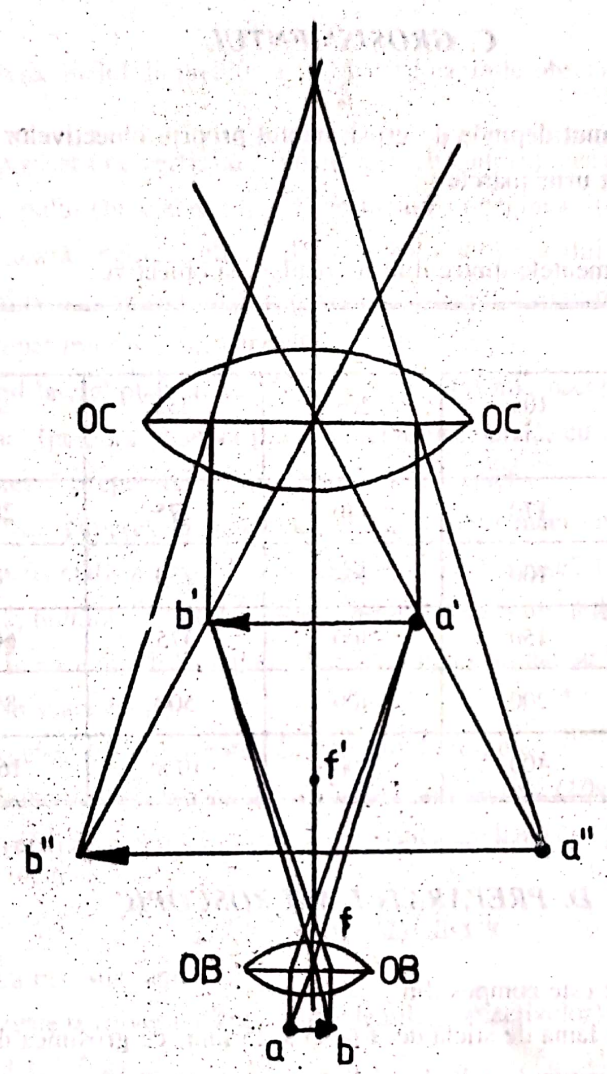


Fig. 2. Formarea imaginii la microscop
OC - ocularul; OB - obiectivul; ab - obiectul; f - focarul obiectivului; f' - focarul ocularului; a'b' - imaginea reală, mărită și răsturnată a obiectului; a''b'' - imaginea virtuală, mărită și răsturnată a obiectului (d. Moens)

Scanned with OKEN Scanner

C. GROSISMENTUL

Grosismentul total obţinut depinde de grosismentul propriu obiectivelor şi ocularelor utilizate. Grosismentele în diametru sunt următoarele:

Grosismentele dintre diferite oculare şi obiective

Oculare	Obiective					
	6x	10x	20x	25x	40x	imersie 90x
7x	42	170	140	175	280	630
10x	60	100	200	250	400	900
15x	90	150	300	375	600	1350
20x	120	200	400	500	800	1800
40x	240	400	800	1000	1600	3600

D. PREPARATUL MICROSCOPIC

Preparatul microscopic este compus din:

- port - obiect: lamă de sticlă de +/- 75 x 25 mm, cu grosimea de +/- 1,5 mm;
- obiect - acoperitor: lamelă de sticlă foarte subţire (0,17 mm), de dimensiuni variabile (15 x 15 mm, 24 x 24 mm,...);
- obiect de examinat: plasat într-un mediu de montaj ccorespunzător (apă, glicerină, glicero - gelatină, balsam de Canada), între port - obiect şi lamelă.

E. UTILIZAREA MICROSCOPULUI

1. Cu grosisment slab

1° Aducerea în poziţie de lucru a ocularului 5x şi a obiectivului 10 x.

2° Conectarea cordonului lămpii de iluminat la sursa eletrică (eventual, utilizarea unui

Scanned with OKEN Scanner

întrerupător).

3° Se fixează distanţa interpupilară a observatorului, urmată de privirea prin ambele oculare.

4° Se roteşte inelul dioptriilor astfel încât imaginile observate prin cele două oculare să fie identice.

5° Se deplasează pe verticală condensorul, cu ajutorul mecanismului de sub platină, până apare în câmpul microscopului (în acelaşi plan cu preparatul) imaginea diafragmei de câmp.

6° Se reglează unghiul oglinzii din piciorul microscopului.

7° Dacă fluxul luminos este prea puternic, reducerea lui se realizează introducând un filtru fumuriu cu care este echipat microscopul.

8° Privind lateral platina, se plasează preparatul microscopic în aşa fel încât obiectul de studiu să fie bine iluminat (preparatul se va ţine în poziţie orizontală, cu lamela orientată în sus).

9° Se fixează preparatul cu una din clamele - valet.

10° Se face punerea la punct acţionând şurubul macrometric (butonul utilizat pentru mişcare rapidă). Lentila frontală a obiectivului trebuie să se găsească la aproximativ 1 - 1,5 cm de preparat; această distanţă, numită " frontală", este constantă pentru un obiectiv dat, oricare ar fi ocularul folosit. Din momemtul în care apare imaginea obiectului de examinat se foloseşte şurubul micrometric (butonul utilizat pentru mişcare lentă).

11° Se reglează luminozitatea cu ajutorul diafragmei.

12° Se înlocuieşte ocularul slab cu unul mai puternic (10x).

13° Se verifică punerea la punct printr-o mişcare lentă cu ajutorul şurubului micrometric.

2. Cu grosisment mijlociu

Se procedează ca mai sus, apoi:

1° Se roteşte revolverul (fără a atinge lentilele obiectivelor) astfel încât obiectivul mijlociu (20x) să ia locul celui slab (10 x).

2° Se reglează imaginea cu ajutorul şurubului micrometric.

3° Se regelază luminozitatea cu ajutorul diafragmei.

4° Se înlocuieşte ocularul slab cu ocularul puternic.

5° Se reglează imaginea, prin punerea la punct cu ajutorul şurubului micrometric.

3. Cu grosisment puternic

Pentru a trece la un obiectiv puternic (40 x) se efectuează aceleaşi operaţiuni, dar nu se foloseşte decât şurubul micrometric.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă observarea necesită utilizarea unui obiectiv puternic, este necesară totdeauna:

1° Punerea la punct şi reglarea luminozităţii cu obiectivul slab (10 x), pentru a avea o vedere de ansamblu a preparatului.

2° Punerea la punct şi reglarea luminozităţii cu obiectivul mijlociu (20 x), după ce s-a ales (deplasând lent preparatul) regiunea de observat a secţiunii.

3° Punerea la punct şi reglarea luminozităţii cu obiectivul puternic (40 x), pentru a observa detaliile zonei alese.

Pentru a trece de la obiectivul puternic la cel slab, operaţiile sunt inverse.

F. RECOMANDĂRI PRACTICE

1° Mişcarea lentă a şurubului micrometric trebuie să fie o manipulare constantă în cursul observării. Aceasta serveşte nu numai la punerea la punct a imaginii (clarificare), ci şi la explorarea preparatului în profunzime. La grosismentul slab, punerea la punct se efectuează cu ajutorul mişcărilor rapide şi lente. La grosisment mijlociu şi puternic nu se fac manipulări decât prin mişcări lente.

2° Trebuie evitată atingerea lentilei frontale a obiectivului puternic de preparatul microscopic; unul sau celălalt s-ar putea deteriora.

3° Nu se deşurubează niciodată componentele ocularelor şi ale obiectivelor.

4° Dacă o lentilă este murdară, trebuie ştearsă cu un material curat şi moale, niciodată cu degetele.

5° Dacă, la grosisment puternic, preparatul apare "neclar" sau dacă punerea la punct a imaginii este imposibilă, trebuie verificat dacă lamela este amplasată corect; dacă da, se înlocuieşte sau se netezeşte lama.

6° Deschiderea diafragmei trebuie reglată pentru fiecare preparat şi pentru fiecare grosisment, în vederea obţinerii unei imagini bine contrastate.

7° La încetarea lucrului cu microscopul, în axul acestuia se lasă totdeuna obiectivul slab (10 x), se întrerupe cordonul de la sursa luminoasă şi se acoperă aparatul cu o husă (din pânză sau din material plastic de culoare închisă).

G. MODUL DE ÎNTREŢINERE ŞI DE PĂSTRARE A MICROSCOPULUI

1° După folosire, microscopul trebuie şters şi acoperit cu husă.

2° Ştergerea componentelor optice se va face cu vată sau cu o batistă de finet înmuiate în alcool etilic.

Scanned with OKEN Scanner

3° Feţele frontale ale obiectivelor şi condensorului, precum şi uleiul de cedru vor fi şterse cu vată înmuiată în xilen sau benzen.

4° Se recomandă ca obiectivul 90x, cu imersie, să fie prins pe capul revolver numai atunci când se foloseşte; după folosire el se scoate şi se pune în cutia de păstrare a microscopului.

5° Dacă se constată că şurubul macrometric merge prea uşor sau prea greu, se poate reface reglajul astfel: se rotesc butoanele de antrenare ale dispozitivului mişcării rapide unul faţă de celălalt. În acest scop, butonul din stânga se ţine fix, rotindu-se butonul din dreapta. Rotirea în sensul acelor de ceasornic duce la îngreunarea mişcării dispozitivului, iar în sens invers îl slăbeşte.

6° Microsopul trebuie depozitat in încăperi închise, lipsite de medii corozive, praf, umiditate maximă de 65 %, în limitele de temperatură 0° - +35° C.

*H. OBŢINEREA PREPARATELOR MICROSCOPICE****

Materialul vegetal pe care se efectuează secţiunile trebuie supus unei suite de operaţiuni, pe care le vom prezenta pe scurt în cele ce urmează.

Pentru a obţine un preparat microscopic sunt necesare: fixarea, conservarea, secţionarea, colorarea şi montarea secţiunilor pe lame de sticlă.

Fixarea

Fragmentele de organe vegetale proaspete se fixează în diferite soluţii (alcool etilic 70 % - 80 %, formol 4 %, acid acetic, acid cromic, acid picric ş. a.), cu scopul de a fi conservate - în obiectul omorât instantaneu - structura şi forma ce existau în starea vie a materialului. În plus, fixarea are şi alte scopuri: întărirea ţesuturilor într-o manieră care să le facă apte de secţionare, permiterea utilizării anumitor tipuri de colorare, care nu pot reuşi decât după acţiunea unui anumit fixator; dar fixatorii determină şi coagularea anumitor elemente, schimbări ale indicelui de refracţie, deci ei modifică implicit şi vizibilitatea.

Conservarea

În cele mai multe cazuri, drept conservanţi servesc alcoolul etilic, formolul, acidul acetic sau

*** pentru detalii privind pregătirea materialului vegetal în vederea analizei la microscopul fotonic recomandăm consultarea lucrării Practicum de biologie vegetală, elaborată de Gabriela Şerbănescu - Jitaru şi colaboratorii, publicată în editura Ceres (Bucureşti, 1983)

Scanned with OKEN Scanner

amestecuri ale acestora în diferite proporţii.

Secţionarea

Pentru a putea fi analizat la microscop, materialul vegetal trebuie secţionat (transversal ori longitudinal); secţiunile trebuie să fie subţiri (între 1 şi 30 μm) şi transparente, pentru a fi mai uşor penetrate de lumină.

Secţiunile pot fi executate, cu briciul botanic, direct în fragmente de măduvă de soc (între care se află obiectul de studiu) sau la microtomul de mână, în care se află măduva de soc şi fragmentul de organ vegetal (fig. 3). Măduva de soc se întrebuinţează uscată pentru materialele proaspete şi înmuiată în alcool etilic 70 % pentru materialele conservate în lichide. Materialul puternic lignificat (ramuri de la plantele lemnoase) se secţionează liber (fără a fi introdus în măduva de soc) sau la xilotom.

Pentru ca secţiunile să fie subţiri şi drepte, lama briciului trebuie să alunece paralel cu măduva de soc ţinută în mână sau în microtomul de mână. Mişcarea briciului va fi uniformă, repetată şi neîntreruptă.

Secţionarea se face deasupra unei sticle de ceas cu apă, după care se îndepărtează măduva de soc ori se aleg secţiunile prin materialul de examinat. După ce s-a terminat secţionarea, briciul se şterge cu o cârpă curată şi uscată, după care se închide.

Secţiunile, colorate sau nu, se montează într-o picătură de lichid (apă, glicerină, glicero - gelatină) pe o lamă de sticlă, iar deasupra se adaugă o lamelă. Surplusul de lichid ieşit de sub lamelă se şterge cu o cârpă curată sau cu hârtie de filtru.

După întrebuinţare, lamele şi lamelele preparatelor provizorii (cu secţiuni montate în apă sau glicerină) se spală de mai multe ori cu apă, se şterg cu o cârpă curată şi moale.

Secţionarea la parafină (cu ajutorul microtomului automat)

Fragmentele de material vegetal suportă următoarele operaţiuni:

1^0 Fixarea şi conservarea (amintite mai sus).

2^0 Deshidratarea.

Constă în trecerea obiectului printr-o serie de băi de alcool etilic de concentraţie crescândă, până la 100 % (alcool absolut); uneori se trece prin băi de alcool etilic şi alcool butilic, iar în cele din urmă în alcool butilic pur. Alteori se utilizează amestec de alcool etilic şi cloroform, apoi cloroform pur.

Scanned with OKEN Scanner

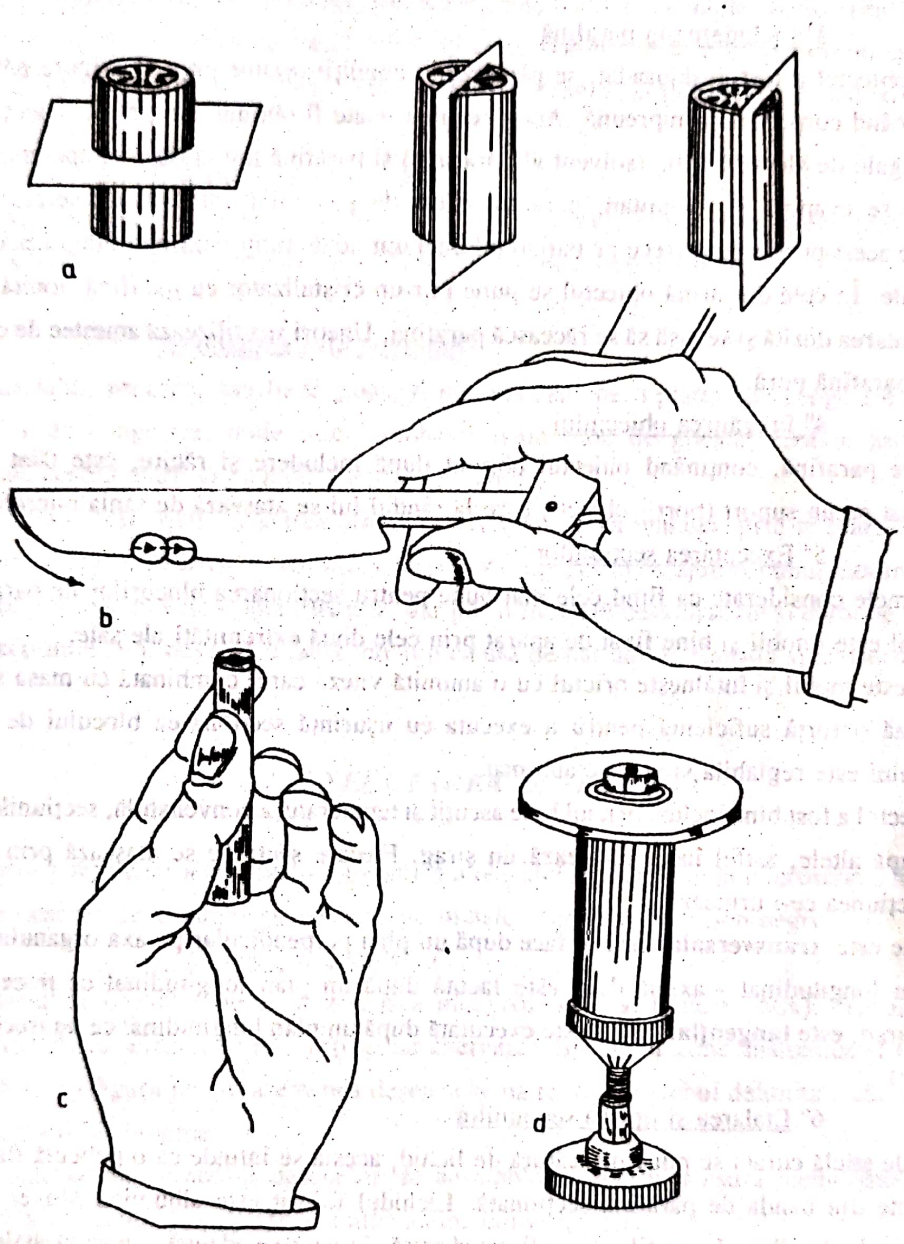


Fig. 3. Aspecte din tehnica pregătirii preparatelor microscopite
a - planurile de secţionare a organelor axiale: transversal (stânga), longitudinal - radiar (mijloc) şi longitudinal - tangenţial (dreapta); b - modul de folosire a briciului; c - fragmentul de măduvă de soc în care a fost închis materialul de secţionat; d - microtomul de mână tip Reichert, cu materialul de secţionat (d. Filipescu).

Scanned with OKEN Scanner

3° Includerea în parafină.

După ce obiectul a fost deshidradat, se plasează în condiţii optime care să asigure pătrunderea parafinei în el, făcând corp comun împreună. Acest rezultat poate fi obţinut menţinând obiectul într-un amestec în părţi egale de alcool butilic (solvent al parafinei) şi parafină topită (la o temperatură de +/- 55° C). Alcoolul se evaporă şi, simultan, parafina pătrunde şi imbibă obiectul de cercetat. Pentru ţesuturile vegetale acest proces se petrece pe parcursul unei durate de timp mult mai lungi decât în cazul ţesuturilor animale. În cele din urmă obiectul se pune într-un cristalizator cu parafină topită pură. Se dă obiectului orientarea dorită şi se lasă să se răcească parafina. Uneori se utilizează amestec de cloroform şi parafină, apoi parafină pură.

4° Pregătirea obiectului

Blocul de parafină, conţinând obiectul obţinut după includere şi răcire, este tăiat în formă convenabilă şi fixat pe un suport (port - obiect), care la rândul lui se ataşează de sania microtomului.

5° Executarea secţiunilor

Microtoamele considerate ca fiind cele mai bune pentru secţionarea blocurilor de parafină sunt cele la care briciul este imobil şi bine fixat de aparat prin cele două extremităţi ale sale.

Obiectul este mobil şi întâlneşte briciul cu o anumită viteză care, combinată cu masa saniei şi a volantului, creează o forţă suficientă pentru a executa cu uşurinţă secţionarea blocului de parafină. Înaintarea obiectului este reglabilă şi se face automat.

Dacă obiectul a fost bine inclus, briciul bine ascuţit şi temperatura convenabilă, secţiunile se înşiră automat unele după altele, astfel încât formează un şirag. Fiecare secţiune se ataşează prin partea sa posterioară de secţiunea ce-i urmează.

O secţiune este **transversală** dacă se face după un plan perpendicular pe axa organului vegetal; este **radiară** sau longitudinal - axială dacă este făcută după un plan longitudinal ce trece prin axa organului şi în sfârşit, este **tangenţială** dacă este executată după un plan longitudinal ce nu trece prin axa organului (fig. 3a).

6° Etalarea şi lipirea secţiunilor

Pe lama de sticlă curată se pune o picătură de lichid, acesta se întinde ca o peliculă fină pe care se înşiră fragmente din banda de parafină secţionată. Lichidul folosit este albumina Mayer, adică un amestec în părţi egale de albuş de ou filtrat şi glicerină pură, în care se adaugă câteva cristale de fenol ca antiseptic. Secţiunile se etalează şi aderă astfel de lama de sticlă.

7° Colorarea

Secţiunile, aderente pe lamă, sunt deparafinate, iar apoi colorate. A colora un ţesut înseamnă a acţiona asupra lui cu una sau mai multe substanţe colorante, cu scopul de a face elementele preparatului

Scanned with OKEN Scanner

mai vizibile si, adesea, pentru a diferenţia unele elemente celulare de altele. Acest rezultat se obţine prin colorări numite selective, adică utilizând coloranţi ce au o afinitate specială pentru un anumit element al ţesutului vegetal. (de ex. verde iod şi carmin alaunat, safranină şi fast green, hematoxilină Heidenhaim şi fast green etc.).

4° Montarea secţiunilor

Secţiunile astfel colorate sunt plasate într-un mediu lichid transparent (apă, glicerină) sau solidificat (glicero - gelatină, balsam de Canada), peste care se pune lamela.

Secţionarea prin congelare

Materialul, proaspăt sau fixat, poate fi pus imediat pe o platină de congelare termoelectrică a microtomului de congelare, unde este înglobat într-un bloc de gheaţă. Evităm astfel manipulările prelungite ale deshidratării şi includerii explicate mai sus.

În cursul secţionării, mişcarea briciului este comandată manual, prin mişcări de du-te vino ale blocului port - brici pe glisieră. Grosimea secţiunilor este reglată cu ajutorul unui mecanism de înaintare automat. Secţiunile sunt culese una câte una, dar pot fi totodată deshidradate şi colorate împreună. După colorare, secţiunile sunt puse pe o lamă într-o picătură de balsam de Canada şi acoperite de o lamelă.

I. EXECUTAREA DESENELOR

Pentru a reţine structura histo - antomică a obiectelor observate la microscop sunt necesare două categorii de desene: de ansamblu şi de detaliu, ambele executate cu creion negru.

1. Desenul de ansamblu

Desenul de ansamblu necesită utilizarea unui grosisment slab (de ex. 50x). Trebuie indicată forma organului studiat, localizarea şi proporţiile caracteristice diferitelor zone anatomice şi ţesuturi. Nici un fel de celulă nu va figura pe un asemenea desen schematic, ci vor trebui delimitate cât mai exact posibil diferitele teritorii histologice.

În vederea uniformizării desenelor de ansamblu şi pentru a uşura memorizarea principalelor caractere histologice vor fi utilizate anumite semne convenţionale:

- linie dublă ═══: epidermă, exodermă, endodermă, periciclu
- linii simple întrerupte ---------: suber
- cruciuliţe + + + + + + + +: colenchim
- linii oblice ce se intersectează //////: sclerenchim
- puncte .....: liber

- haşuri şi cercuri //o//o//o: lemn

Uneori se poate înnegri ţesutul sclerenchimatic şi haşura ţesutul lemnos.

- cavităţi de contur circular sau neregulat, cu mici linii perpendicular la interior cavităţi aerifere.

Dacă anumite ţesuturi din schemă se colorează, atunci se utilizează, convenţional, galben pentru sclerenchim şi lemn (mai cu seamă vase), maro pentru suber, roşu pentru meristeme, albastru pentru toate ţesuturile formate din celule cu pereţi celulozici.

Trebuie, de asemenea, reprezentate pe desenul de ansamblu diferitele elemente histologice particulare: cristale de oxalat de calciu, celulele, lacunele sau canalele cu mucilagii, latexuri, taninuri, răşini, uleiuri etc., numărul de straturi palisadice, forma şi dispoziţia cordoanelor mecanice şi a fasciculelor conducătoare etc.

În sfârsit, totdeauna trebuie înscrisă legenda (explicaţiile) în afara desenului, în aşa fel încât la o simplă lectură să poată fi recunoscute principalele zone anatomice şi ţesuturi întâlnite, de la exterior spre interiorul organului vegetal analizat. Sub desenul de ansamblu se scrie un titlu din care să rezulte: organul analizat, tipul de secţiune, specia, familia (eventual denumirea populară), coloraţia utilizată, grosismentul ş. a.).

2. Desenul de detaliu

Desenul detaliat necesită grosismentul cel mai puternic (de ex. 400x). Acesta implică o reprezentare fidelă a formei, mărimii şi dispoziţiei celulelor cu toate detaliile ce pot fi sesizate. De preferinţa se reprezintă un sector dintr-o secţiune sau o porţiune îngustă şi continuă din organ ori din ţesut, mergând de la periferie până în centrul secţiunii. Desenul va prezenta, de asemenea, o legendă şi un titlu ca şi în cazul schemei generale.

În ambele cazuri, desenele trebuie să fie:

a - exacte: atât ca proporţie între diferitele părţi, cât şi ca fineţe a detaliilor; trebuie privit cu atenţie şi reprezentat cu acurateţe ceea ce se observă în preparat; exactitatea este calitatea primordială a unui desen ştiinţific !

b - clare: trebuie adoptată o scară foarte puternică pentru ca toate detaliile accesibile observării să poată fi cu claritate figurate; liniile vor fi trase dintr-o singură mişcare, fără întreruperi:

- linie simplă: pentru un perete subţire;

- linie dublă: pentru celulele izolate, alăturate, cu pereţi îngroşaţi (linia internă delimitează cavitatea celulară);

- linie triplă: pentru celulele vecine, cu pereţi secundari îngroşaţi, cu lamelă mediană sau cu pereţi primari decelabili; cele două linii extreme limitează cavităţile celulare vecine, iar linia mijlocie marchează lamela mediană sau peretele primar;

Scanned with OKEN Scanner

- reprezentarea citoplasmei printr-o granulaţie fină, punctând spaţiile sau legăturile în funcţie de densitatea conţinutului celular;

c - complete: se scrie titlul desenului, cu menţiunile făcute mai sus; legenda se notează la exteriorul desenului (de preferinţa, la dreapta) cu linii duse până la detaliul reprezentat.

În timp ce se desenează, observaţia la microscop se face cu ochiul stâng, iar foaia de desen se află în partea dreaptă a mesei. În timp ce mâna dreaptă desenează, mâna stângă acţionează prin mişcare lentă (înainte şi înapoi) şurubul micrometric şi mecanismul de mişcare a preparatului pe platina microscopului (înainte şi înapoi, dreapta şi stânga).

Înainte de a părăsi laboratorul trebuie vegheat la :

1° stingerea lămpii, scoţând cordonul din priză (sau acţionând întrerupătorul);

2° punerea la loc a ocularului slab (5x) şi a obiectivului slab (10x) (făcând o rotire a revolverului);

3° punerea preparatului microscopic în mapa de pe masa de lucru

4° curăţarea microscopului cu o cârpă moale, uscată şi curată;

5° punerea husei de protecţie peste microscop.

Scanned with OKEN Scanner

II. HISTOLOGIE

Histologia vegetală studiază structura particulară a ţesuturilor. Prin ţesut înţelegem o grupare de celule, având de regulă aceeaşi origine, formă şi structură, îndeplinind o anumită funcţie independent de localizarea lor în organ. La toate plantele superioare, celulele tinere se localizează mai cu seamă la extremităţile tulpinilor sau ramurilor şi la extremitatea rădăcinilor. Prin diferenţierea lor (alungire, vacuolizare...) iau naştere celule definitive ce intră în alcătuirea diferitelor ţesuturi care alcătuiesc structura primară a organelor vegetale.

1. *ŢESUTURI MERISTEMATICE* (meristeme)

Ţesutul format din ansamblul celuleor tinere, mici, cu citoplasmă densă, cu pereţi celulozo - pectici subţiri, fără meaturi, fără substanţe de rezervă şi plastide colorate, fără puctuaţii şi vacuole vizibile la microscopul fotonic, cu nucleu mare, central, sau aflate în diferite stadii ale diviziunii nucleare ori celulare, constituie ţesutul meristematic sau meristemul.

Ţesuturile definitive din alcătuirea organelor vegetative şi de reproducere provin din meristeme, în urma procesului de diferenţiere celulară. Între ţesuturile meristematice (localizate la extremităţile organelor axiale) şi ţesuturile definitive (situate mai departe de meristeme), la niveluri intermediare se întâlnesc diferite stadii ale diferenţierii celulare.

Dacă celulele definitive n-au atins un stadiu de diferenţire prea avansat, ele pot să se dediferenţieze, redevenind meristematice. În acest caz se constată în celule creşterea cantităţii de citoplasmă pe seama vacuolelor şi o reluare a activităţii mitotice. Aşadar, dediferenţirea este - în anumite limite - un fenomen reversibil.

a. Meristeme primare (apicale)

Celulele rezultate din diviziunile repetate ale zigotului constituie un embrion; acesta mai păstrează celule cu caractere meristematice numai în apexul radicular şi în cel caulinar, asigurând creşterea în lungime a rădăcinii şi, respectiv, a tulpinii, fiind toate responsabile de ramificarea acestor organe axiale.

Apexul radicular

Citochimia structurală şi ultrastructurală, studiul statistic al frecvenţei diviziunilor, autoradiografia

făcută după incorporarea de precursori ai ADN-ului şi proteinelor, au permis analiza activităţii celulelor în diferite regiuni ale vârfului rădăcinii, relevându-se o zonare foarte caracteristică a apexului. În locul presupus a fi ocupat de celule iniţiale (conform teoriei clasice) se află de fapt celule relativ vacuolizate, al căror conţinut în ARN şi a căror activitate de sinteză sunt slabe; ele se divid puţin sau deloc, formând centrul în repaus relativ ("quiescent").

Celulele cele mai active, care se divid intens, formează o zonă de **proliferare subapicală**, ce se întinde de la centrul în repaus relativ ("quiescent") spre regiunea netedă, pe aproximativ 500 - 800 μm lungine. În această zonă celulele se divid intens, ansamblul lor formând un **meristem apical** (primar) protejat de scufie (fig. 4).

Ciclul lor mitotic este rapid, derulându-se doar în câteva ore. Conform teoriei clasice, în această zonă se pot distinge, cel puţin, la unele specii trei meristeme distincte, numite şi primordiale de unii autori: dermatogen, periblem şi plerom, cu trăsături mai mult sau mai puţin diferite.

La o anumită depărtare de apex, în partea inferioară a regiunii netede se pot distinge alte trei meristeme numite de acestă dată primare propriu-zise, protoderm, procambiu şi meristem fundamental, diferit de meristemele primordiale după unele trăsături citologice.

În jurul centrului în repaus relativ ("quiescent"), sub apex se află o **zonă de întreţinere a scufiei**, cu celule ce se divid periclin.

În lungul regiunii netede are loc procesul de diferenţiere celulară, astfel încât celulele protodermului se divid anticlin şi dau rizoderma, meristemul fundamental dă scoarţa şi măduva, iar procambiul se diferenţiază mai întâi în liber (floem), iar apoi în lemn (xilem). Formarea rădăcinilor laterale are loc în profunzimea rădăcinii principale, adesea pe seama pericicului (ale cărui celule se dediferenţiază), deci pe cale **endogenă**; aşadar, formarea rădăcinilor laterale are loc la câţiva centrimetri de apex, adesea la nivelul regiunii aspre, după diferenţierea ţesuturilor primare.

▲ Pentru observarea diferitelor categorii de celule meristematice vom analiza **o secţiune longitudinală prin vârful unei rădăcini tinere** de zambilă - ***Hyacinthus orientalis*** **L.** - fam. *Liliaceae* (fig. 4). Grosimea secţiunilor: 10 μm. Coloraţia secţiunilor: cu hematoxilină Heidenhaim (ce colorează nucleul în negru cenuşiu) şi fast green (ce colorează restul celulei în verde; doar vacuolele rămân necolorate).

La un **grosisment mijlociu** (x 100), apexul unei secţiuni axiale arată regiunile următoare: scufia, meristemul terminal şi regiunea diferenţiată. Celulele sunt din ce în ce mai diferenţiate pe măsură ce se îndepărtează de apexul radicular (fig. 4a, b).

La un **grosisment puternic** (x 400) vom observa caracterele celulelor în diferite regiuni ale vârfului rădăcinii, la nivelul diverselor meristeme menţionate mai sus. Aceste trăsături relevă forma şi mărimea celulelor, precum şi stadiile clasice ale diviziunii nucleare şi celulare, cunoscute deja de la

Scanned with OKEN Scanner

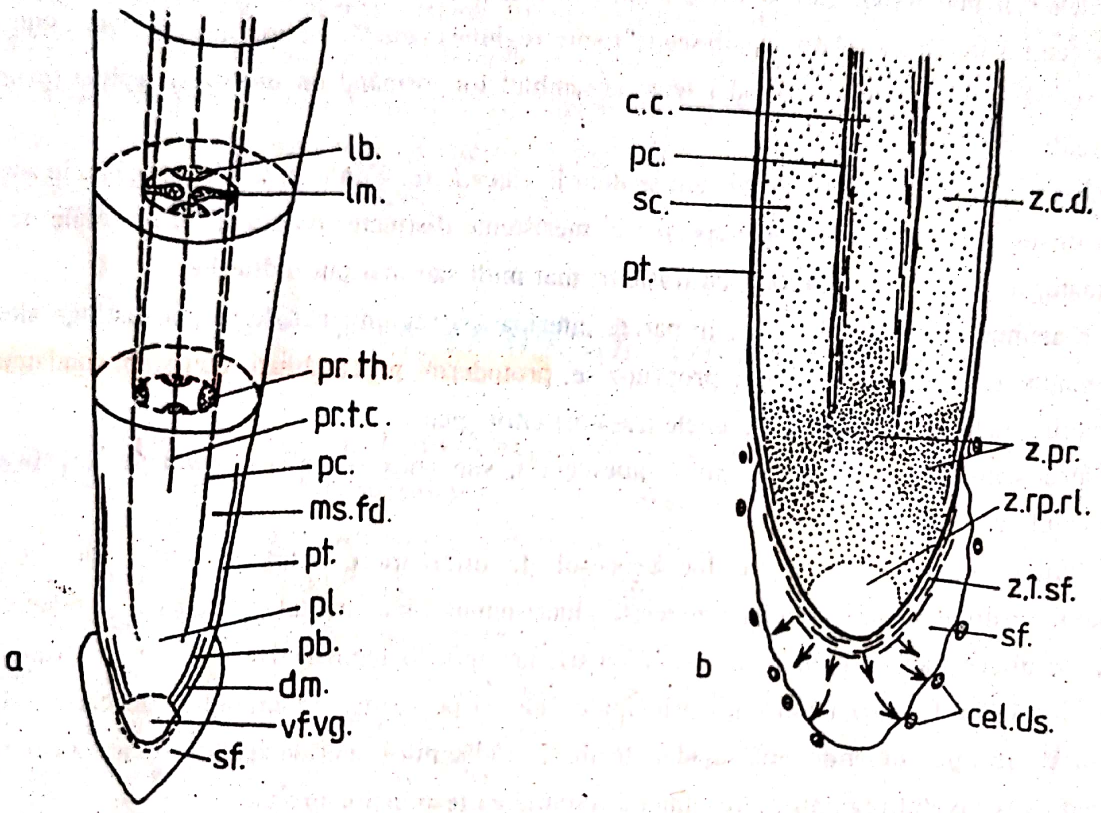


Fig. 4. Meristemul apical radicular (apexul radicular): secţiune longitudinală prin vârful unei rădăcini de *Hyacinthus orientalis*. **a, b** - scheme (a d. Hanstein, b d. Clowes);**c - h** - detalii; **c** - celule din vecinătatea grupului de celule iniţiale; **d** - celule meristematice (sus) şi definitive (jos) ale scufiei;**e,f,g,h'**- aspecte de structură din meristemele primordial şi primar; **cd** - cambiu; **cc** - cilindru central; **cel ds** - celule descuamate; **dm** - dermatogen; **lb** - liber; **lm** - lemn; **ms.fd** - meristem fundamental; **pb** - periblem; **pc** - procambiu; **pl** - plerom; **pt** - protoderm; **pr** - primele(**t.c.** - tuburi ciuruite; **th** - traheide); **sc** - scoarţă; **sf** - scufie; **vf.vg** - vârf vegetativ; **z** -zonă (**c.d.**- creştere de diferenţiere; **f.sf** - de întreţinere a scufiei; **pr** - de proliferare subapicală; **rp.rl** - în repaus relativ, centru quiescent)(a - d. Gorenflot, b - d., J - C şi F - C Roland, c - h - orig.)

Citologie: interfaza, profaza, metafaza, anafaza şi telofaza. În interfază nucleii sunt sferici sau alungiţi, cu structură fin granulară; cromatina formează o reţea foarte densă, granulaţiile corespunzând nodurilor ochiurilor reţelei; unul sau doi nucleoli de culoare neagră, înconrujaţi fiecare de o aoreolă clară artificială (provocată de fixator); sucul nuclear, de culoare cenuşie, este vizibil între granulaţiile cromatice; membrana nucleară este foarte fină.

Scanned with OKEN Scanner

Un anumit număr de nuclei arată stadii diverse ale profaziei, la sfârşitul căreia nucleolul regresează şi dispare, membrana dispare, iar cromatina ne apare sub formă de filamente, ce corespund cromozomilor (mai scurţi, mai groşi şi mai vizibili în următoarele stadii ale mitozei).

Celulele meristematice din vecinătatea centrului în repaus relativ ("quiescent") sunt mici, izodiametrice, de contur poligonal, cu nucleu foarte mare, central (fig. 4 c).

În zona de întreţinere a scufiei celulele sunt ceva mai mari şi cu nucleu relativ mai mic; pe măsură ce se îndepărtează de apex, celulele scufiei devin din ce în ce mai mari, cu meaturi între ele, cu vacuolă centrală şi nucleu mic, adesea în poziţie parietală (fig. 4 d).

La nivelul meristemelor primordiale, numite şi foiţe histogene, celulele sunt mai mari, cele ale dermatogenul fiind pătratice, iar cele ale pleromului alungite; în primele nucleul este sferic, în celelalte alungit (fig. 4 e, f).

La nivelul meristemelor primare celulele sunt vizibil mai mari (îndeosebi cele ale procambiului, mai strâmte şi mai lungi), cu tendinţă de diferenţiere (îndeosebi cele ale protodermului şi meristemului fundamental)(fig. 4 g, h).

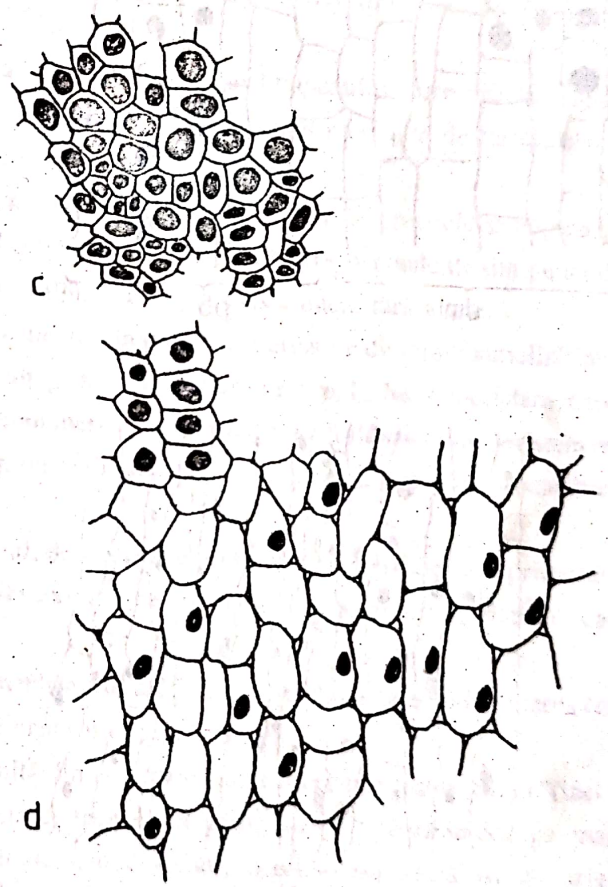


Fig. 4 c,d

În treimea superioară a regiunii netede, celulele manifestă semne de diferenţiere, fiind mult mai alungite şi mai largi, cu meaturi între ele, cu o vacuolă centrală şi nucleu localizat în poziţie parietală;

Scanned with OKEN Scanner

la acest nivel, unele celule procambiate deja se diferențiază în elemente ale țesutului liberian.

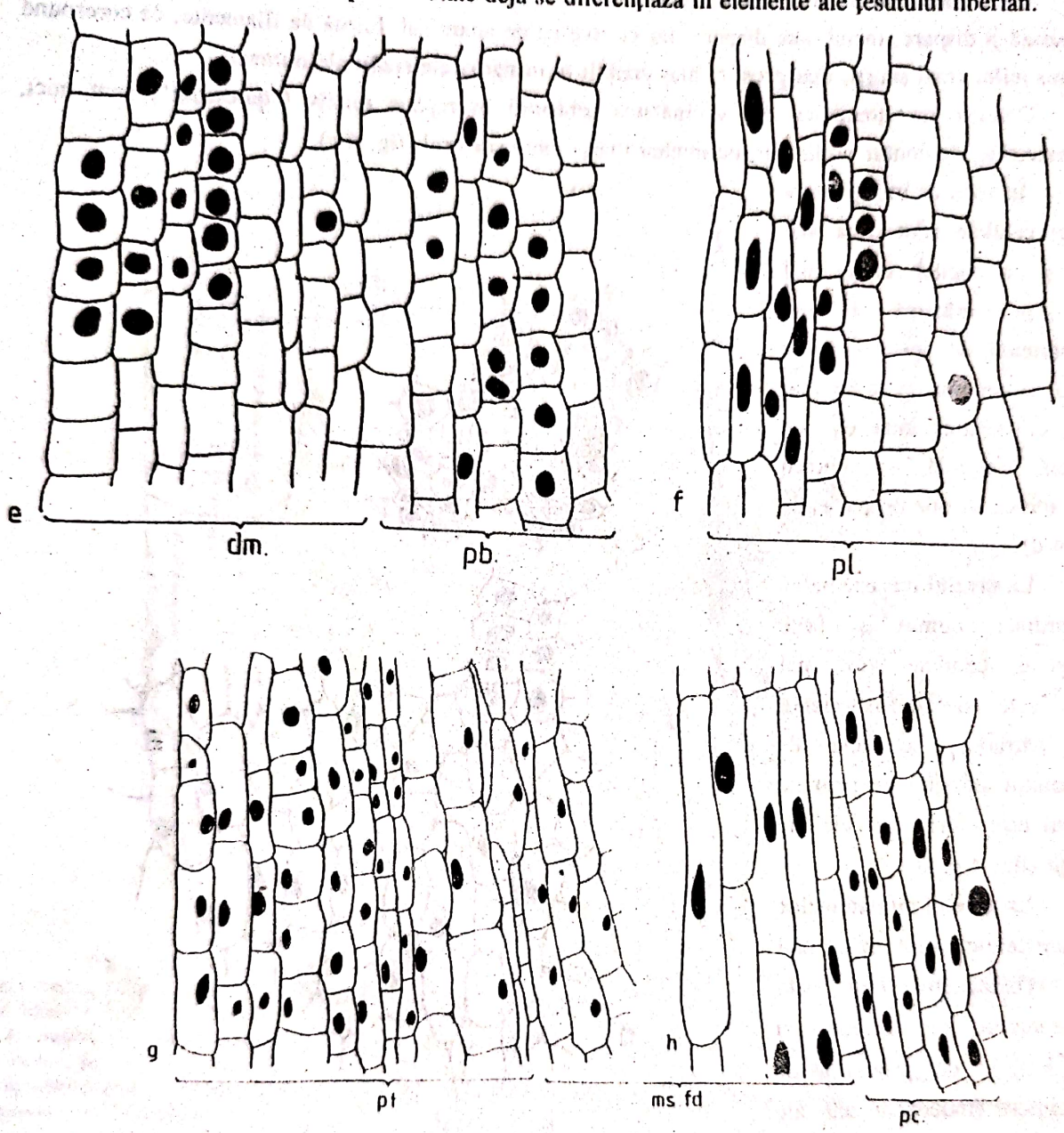


Fig. 4 e, f (sus) și fig. 4 g, h (jos)

Scanned with OKEN Scanner

La nivelul regiunii pilifere întâlnim țesuturi definitive, care intră în alcătuirea celor trei zone anatomice: rizoderma, scoarța și cilindrul central.

Apexul caulinar

La extremitatea tulpinii se află **mugurul terminal** (fig. 5). Primordiile foliare sunt înserate la noduri, pe flancurile apexului meristematic, având dezvoltare acropetală; în axila lor se află unul sau câțiva muguri laterali (ce vor da ramurile tulpinii).

Studiile statistice, citochimice și experiențele de microchirurgie au arătat că **zona apical - axială** (numită meristem în așteptare) prezintă celule vacuolizate, puțin active din punct de vedere mitotic în timpul vieții vegetative a plantei.

Teritoriul organogen propriu-zis se situează pe flancurile apexului, care prezintă celule foarte active, tipic meristematice, formând un **inel subapical inițial** (numit meristem de flanc); plecând de la acesta se vor forma frunzele (apendici laterali asimilatori ai tulpinii).

Tulpina pune în legătură organele absorbante și asimilatoare. Deși frunzele și tulpina se disting clar prin caracterele lor morfo - anatomice și fiziologice, ele sunt strâns dependente din punct de vedere ontogenetic, iau naștere simultan în apexul caulinar și nu pot exista unele fără altele.

Începutul formării frunzei, pe seama inelului inițial, este marcat de diviziuni anticline la suprafață și pericline în profunzime; rezultă astfel un primordiu foliar, ce are la bază meristem procambial. Primordiul foliar crește în înălțime datorită unui meristem terminal și lateral printr-un meristem marginal. Ulterior, parenchimul se diferențiază în țesut palisadic și țesut lacunos, iar din procambiu rezultă nervurile.

Celulele superficiale ale inelului inițial, detașate de el în timpul creșterii fiecărui primordiu foliar, vor prolifera ulterior și vor produce **muguri axilari** (ce stau la originea ramurilor laterale) care, ca și frunzele, au origine superficială (exogenă).

La baza zonei apical - axiale se află **meristemul medular**, care nu participă la formarea frunzelor, ci va da măduva tulpinii, singura de origine propriu-zis caulinară.

Așadar, structura tulpinii foliate rezultă din activitatea unui **meristem subterminal** (inel inițial), ca și cea a rădăcinii. Acest meristem dă o suită de frunze, ale căror baze formează în cea mai mare parte structura tulpinii: epidermă, scoartă, fascicule conducătoare; acestea din urmă își au originea în cordoanele procambiale.

▲ Pentru observarea diferitelor categorii de celule meristematice vom analiza o secțiune **longitudinal - axială prin mugurul terminal al tulpinii** de sparanghel - ***Asparagus officinalis*** **L.** - fam. *Liliaceae* (fig. 6). Grosimea secțiunilor: 10 μm. Coloratia secțiunilor: cu hematoxilină Heidenhaim (ce

Scanned with OKEN Scanner

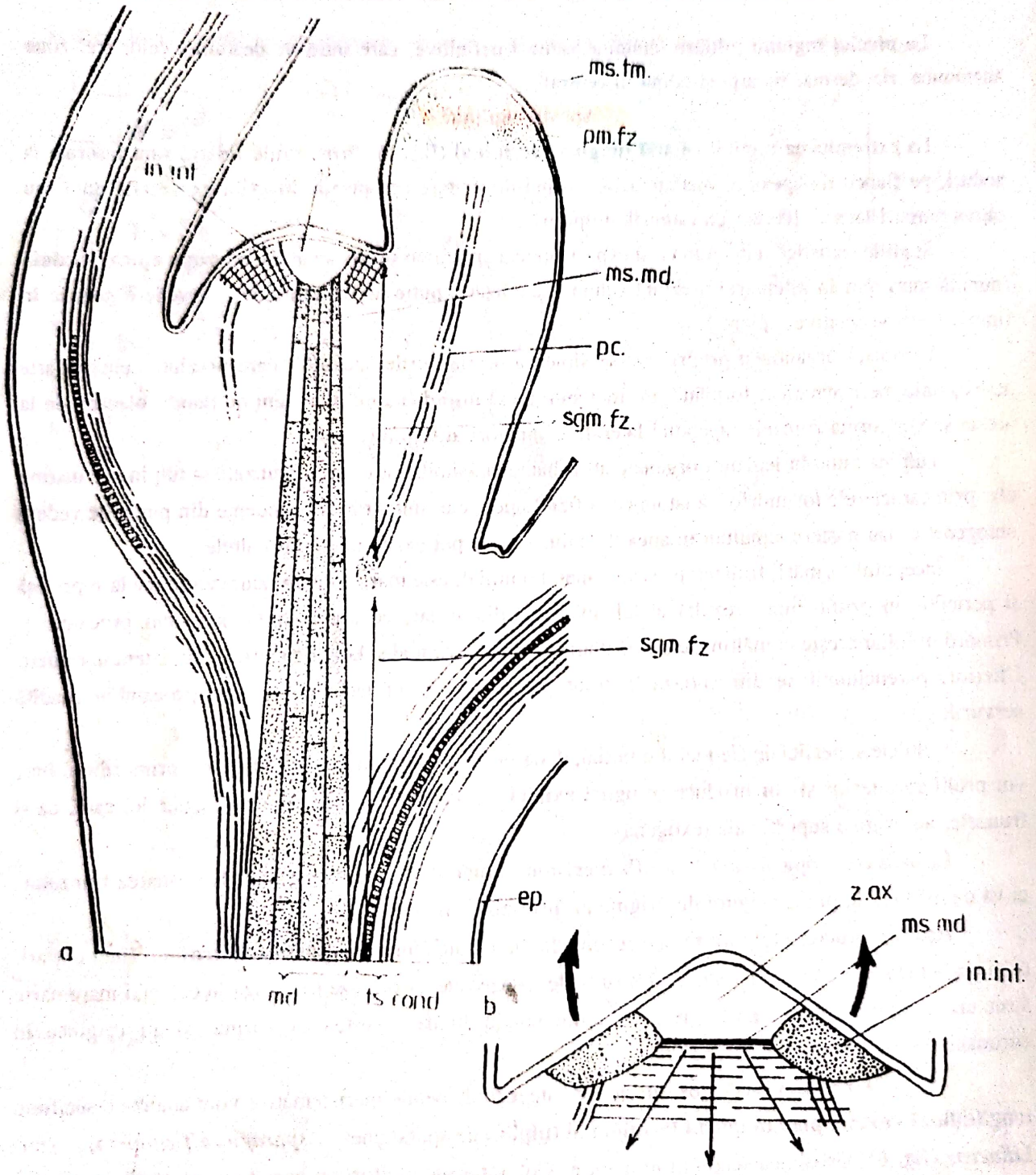


Fig. 5. Funcționarea meristemului apical sau caulinar la plantele cu frunze alterne (a) și opuse (b); secțiune longitudinală prin mugurul apical (scheme).

ep - epidermă; **in.inț** - inel inițial; **md** - măduvă, **ms.md** - meristem median, **pc** - procambiu, **pm fz** - primordiu foliar **sgm fz** - segment foliar; **ts. cond** - țesut conducător; **z. ax** - zonă axială (d. I. C. și I. Roland)

Scanned with OKEN Scanner

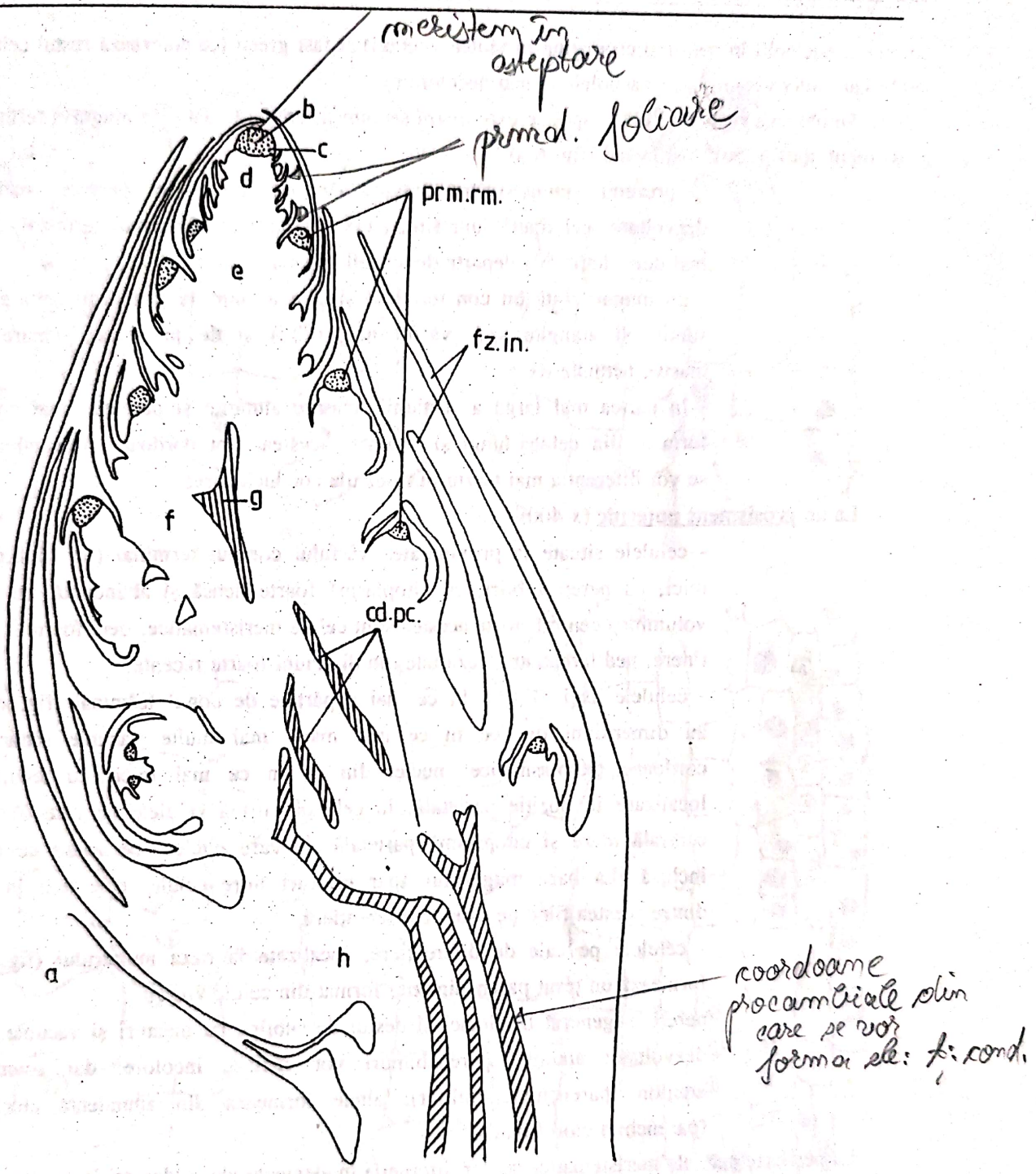


Fig. 6. Meristemul apical caulinar (apexul caulinar): secțiune longitudinală printr-un mugur de ***Asparagus officinalis*** **L.**; schemă **(a)** și detaliu **(b - h)**: **b, c** - celule din meristemul apical; **d, e** - celule din meristemul subapical; **f, g** - parenchim cu celule vacuolizate, în curs de diferențiere și cordoane de procambiu; **h** - celule parenchimatice definitive de la baza mugurului:
cit - citoplasmă; **cp** - cordoane de procambiu; **fz.in** - frunze inițiale; **n** - nucleu; **nc** - nucleol; **prm.rm** - rpimordiu de ramură; **vac** - vacuolă (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

colorează nucleolii în negru şi cromatina în violet - verzui) şi fast green (ce colorează restul celulei în verde sau violet verzui; doar vacuolele rămân necolorate).

Se observă cu ochiul liber, apoi se explorează secţiunea longitudinală prin mugurul terminal la grosisment slab (x 60), distingând (fig. 6 a).

- prezenţa numeroşilor muguri laterali aflaţi în diverse stadii de dezvoltare; cei tineri sunt situaţi cel mai aproape de conul terminal, iar cei mai dezvoltaţi, mai departe de apexul vegetativ;
- un mugur arată un con terminal şi câteva etaje de primordii foliare (lame subţiri şi alungite spre vârful mugurului) şi de primordii gemare (mici masive hemisferice);
- în partea mai largă a secţiunii, masive alungite şi paralele, mai colorate, formate din celule lungi şi strâmte; acestea sunt cordoane procambiale, ce se vor diferenţia mai târziu în fascicule conducătoare;

La un grosisment puternic (x 400)

- celulele situate la proximitatea vârfului conului terminal (fig. 6 b,c) sunt mici, cu pereţi subţiri, cu citoplasmă foarte densă şi abundentă, cu nucleu voluminos central; toate acestea sunt celule meristematice, deci foarte tinere, nediferenţiate, rezultate din diviziuni foarte recente;
- celulele axei, din ce în ce mai depărtate de conul terminal (fig. 6 d, f) au dimensiuni din ce în ce mai mari, mai multe vacuole separate de cordoane citoplasmatice, nuclei din ce în ce mai mici, cu tendinţă de localizare în poziţie parietală; în cele din urmă celulele au câte o vacuolă centrală mare şi citoplasmă parietală, în care nucleul ne apare de culoare închisă. La baza mugurului apar meaturi între celule, cele mai în vârstă dintre acestea fiind pe cale de diferenţiere;
- celulele pe cale de diferenţiere, localizate la baza mugurului (fig. 6 h), formează un ţesut parenchimatic, format din celule vii, cu pereţi în general celulozici şi destul de subţiri, cu meaturi şi vacuole relativ dezvoltate; anumite parenchimuri vor rămâne incolore, dar acumulează amidon (parenchim amilifer); altele formează din abundenţă cloroplaste (parenchim clorofilian).

La periferie celulele meristematice se vor diferenţia în elemente ale epidermei (între care se pot forma stomate), iar la interior ele vor evolua în parenchim cortical (asimilator şi chiar de tip palisadic sub epidermă) şi măduvă.

Scanned with OKEN Scanner

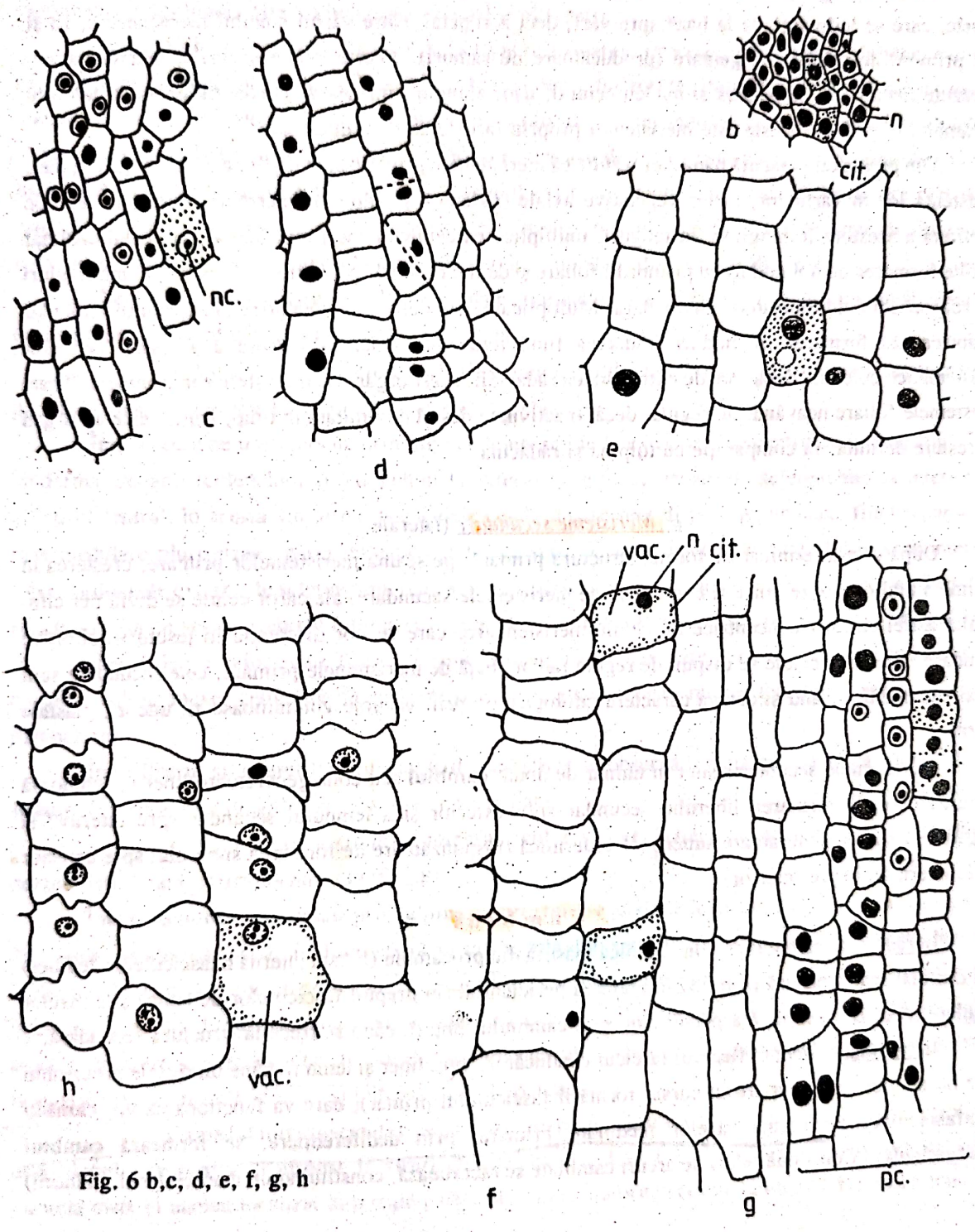


Fig. 6 b,c, d, e, f, g, h

Scanned with OKEN Scanner

La baza mugurului, în masa de parenchim celulozic se disting şiruri de celule mai alungite şi mai înguste, care se îndreaptă de la bază spre vârf, deci acropetal, către vârful conului meristematic, ca şi spre primordiile foliare ori gemare (producătoare de ramuri). Aceste celule speciale, meristematice, prevăzute fiecare cu citoplasmă şi nucleu central, uşor alungite, formează **cordoane procambiale** sau procambiul (fig. 6 g); acesta este meristemul propriu fasciculelor conducătoare.

Din prezentarea făcută până aici rezultă că meristemele primare sunt organogene (produc organe); persistenţa lor în vârful organelor vegetative axiale (rădăcină şi tulpină) determină o creştere teoretic nedefinită a acestora în lungime. În muguri, multiplicarea celulelor meristematice ale apexului caulinar permite formarea de noi noduri cu primordii foliare şi de internoduri. Alungirea celulelor din internoduri este responsabilă de o creştere intercalară. Multiplicarea celulelor meristematice ale apexului radicular nu antrenează formarea de noduri, rădăcina fiind totdeauna afilă; ca urmare a alungirii celulelor meristematice cele mai depărtate de extremitatea rădăcinii, acest organ are o creştere subterminală. Toate meristemele foliare neavând, de regulă, decât o activitate destul de limitată în timp, frunza este un organ cu creştere definită, în comparaţie cu tulpina şi rădăcina.

b. Meristeme secundare (laterale)

După ce s-a terminat de format structura primară, pe seama meristemelor primare, creşterea în grosime a multor plante poate fi continuată de meristemele secundare, ale căror celule se divid periclin. Rezultă astfel straturi concentrice de celule meristematice care se vor diferenţia în ţesuturi definitive secundare, ale căror celule se dispun de regulă radiar. Faţă de meristemele primare, cele secundare sunt numai **histogene**, având şi câteva caractere citologice proprii: vacuole voluminoase şi, uneori, plastide colorate.

Meristemele secundare sunt în număr de două: **cambiul** sau zona generatoare libero - lemnoasă (răspunzătoare de formarea liberului secundar spre exterior şi a lemnului secundar spre interior) şi **felogenul** sau zona generatoare subero - felodermică (răspunzătoare de formarea suberului spre exterior şi a felodermului spre interior).

Cambiul

În rădăcină, cambiul provine în mică măsură din procambiu (la faţa internă a fasciculelor de liber) şi în cea mai mare măsură prin dediferenţierea periciclului (în dreptul fasciculelor de lemn) şi a razelor medulare, ceea ce şi explică aspectul sinuos al cambiului iniţial, când se trece la structura secundară.

În tulpină, la nivelul fiecărui fascicul conducător, între liber şi lemn rămâne un rest de procambiu (care nu a suferit diferenţiere în cursul formării fasciculului primar), care va funcţiona ca un **cambiu intrafascicular**. Pe seama razelor medulare primare, prin dediferenţiere, se formează **cambiul interfascicular**. Cele două feluri de arcuri cambiale se racordează, constituind un manşon (inel, cilindru)

Scanned with OKEN Scanner

meristematic continuu, care va funcţiona bifacial şi alternativ.

Trecând de la procambiu la cambiu, au loc următoarele procese: creşte talia celulelor; celulele pierd forma dreptunghiulară, se subţiază la capete şi devin fusiforme; iniţialele fusiforme se pot divide transversal, dând iniţiale radiare; progresează vacuolizarea, ajungându-se la o vacuolă centrală mare. Toate aceste modificări morfo-structurale şi de talie sunt atât de lente încât, adesea, este greu de precizat limita dintre procambiu şi cambiu; practic, cambiul există din momentul în care el prezintă cele două categorii de elemente: iniţiale fusiforme şi iniţiale radiare; primele vor produce elemente de liber şi de lemn secundar, iar celelalte doar elemente ale razelor medulare din lemn şi din liber.

Cambiul este etajat la multe dicotiledonate, iniţialele fiind dispuse în etaje orizontale regulate, extremităţile lor fiind aproape toate la acelaşi nivel.

▲ Vom observa **cambiul intrafascicular** în tulpina cu structură secundară de Curpen de pădure - ***Clematis vitalba* L.** fam. *Ranunculaceae* (fig. 7).

Într-o secţiune transversală prin tulpina de un an, de la exterior spre centru distingem (fig. 7 a): epiderma, scoarţa (colenchim şi parenchim la exterior, cordoane groase de sclerenchim la interior) şi cilindrul central; în acesta din urmă, fasciculele conducătoare sunt dispuse pe un cerc, fiind separate de raze medulare pluriseriate, parenchimatic-celulozice spre exterior şi sclerificat-lignificate spre interior. Între cordoanele externe de sclerenchim (cu localizare pericliclică) şi fasciculele conducătore se află o zonă relativ groasă de suber. Centrul tulpinii este ocupat de o măduvă groasă, sclereficată şi lignificată.

Fasciculele conducătoare (fig. 7 b) sunt formate în cea mai mare parte din liber secundar (tuburi ciuruite, celule anexe, celule de parenchim) şi lemn secundar (vase, multe fibre lemnoase şi celule de parenchim).

Între liberul si lemnul fiecărui fascicul conducător se observă o zonă groasă de **cambiu** (10 - 13 straturi de celule dreptunghiulare, dispuse strict radiar).

▲ Vom observa **cambiul intrafascicular şi interfascicular** în tulpina de ***Aristolochia durior* Hill.** - fam. *Aristolochiaceae* (fig. 8).

Într-o secţiune transversală prin tulpina cu structură secundară de un an, de la exterior spre centru distingem: epidermă, scoartă (diferenţiată în colenchim hipodermic şi parenchim) şi cilindru central (delimitat de scoartă printr-un periciclu pluristratificat: sclerenchimatic spre exterior şi parenchimatic spre interior); în acesta din urmă, fasciculele conducătoare de tip colateral deschis sunt dispuse pe un inel şi au deja structură secundară: liber la exterior (tuburi ciuruite, celule anexe, celule de parenchim) şi lemn la interior (vase, fibre lemnoase şi puţine celule de parenchim).

Cambiul intrafascicular este format din peste 10 straturi de celule mici, dreptunghiulare, uşor alungite tangenţial şi dispuse în şiruri radiare, cu citoplasmă densă şi pereţi foarte subţiri, cu o vacuolă mare şi nucleu localizat în poziţie parietală. Numai datorită acestui cambiu se formează liber şi

Scanned with OKEN Scanner

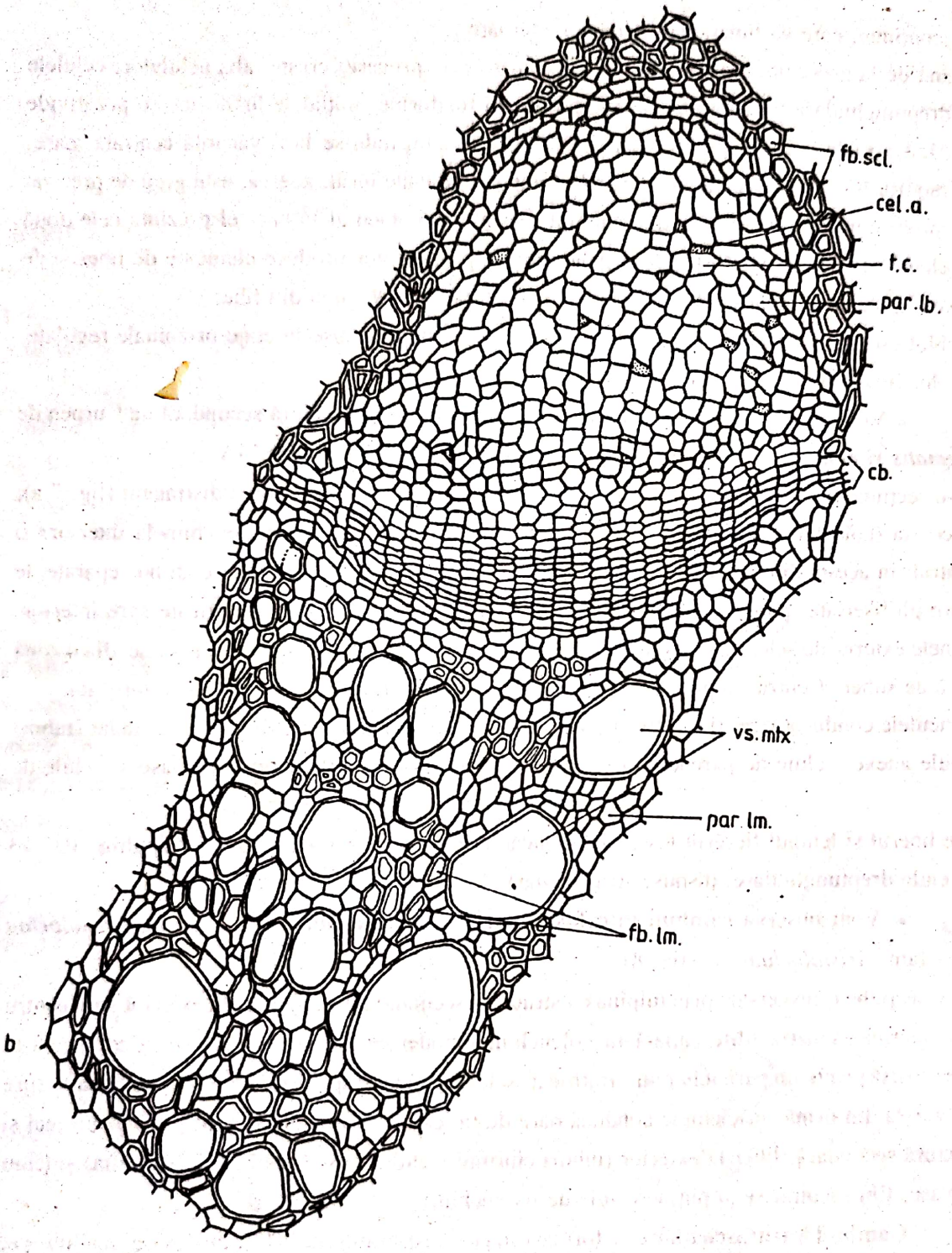


Fig. 7. Meristeme laterale (secundare): cambiu intrafascicular; secțiune transversală prin tulpina de *Clematis vitalba* L., schemă (a) și detaliu (b) dintr-un fascicul libero-lemnos:
cb - cambiu; **cel.a** - celulă anexă; **ep** - epidermă; **fasc.lb.lm** - fasciculliberо-lemnos; **fb** - fibre(**lm** - lemnoase; **scl** - sclerenchimatice); **md** - măduvă; **par.lm** - parenchim lemnos; **t.c** - tub ciuruit; **vs.mtx** - vas de metaxilem (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

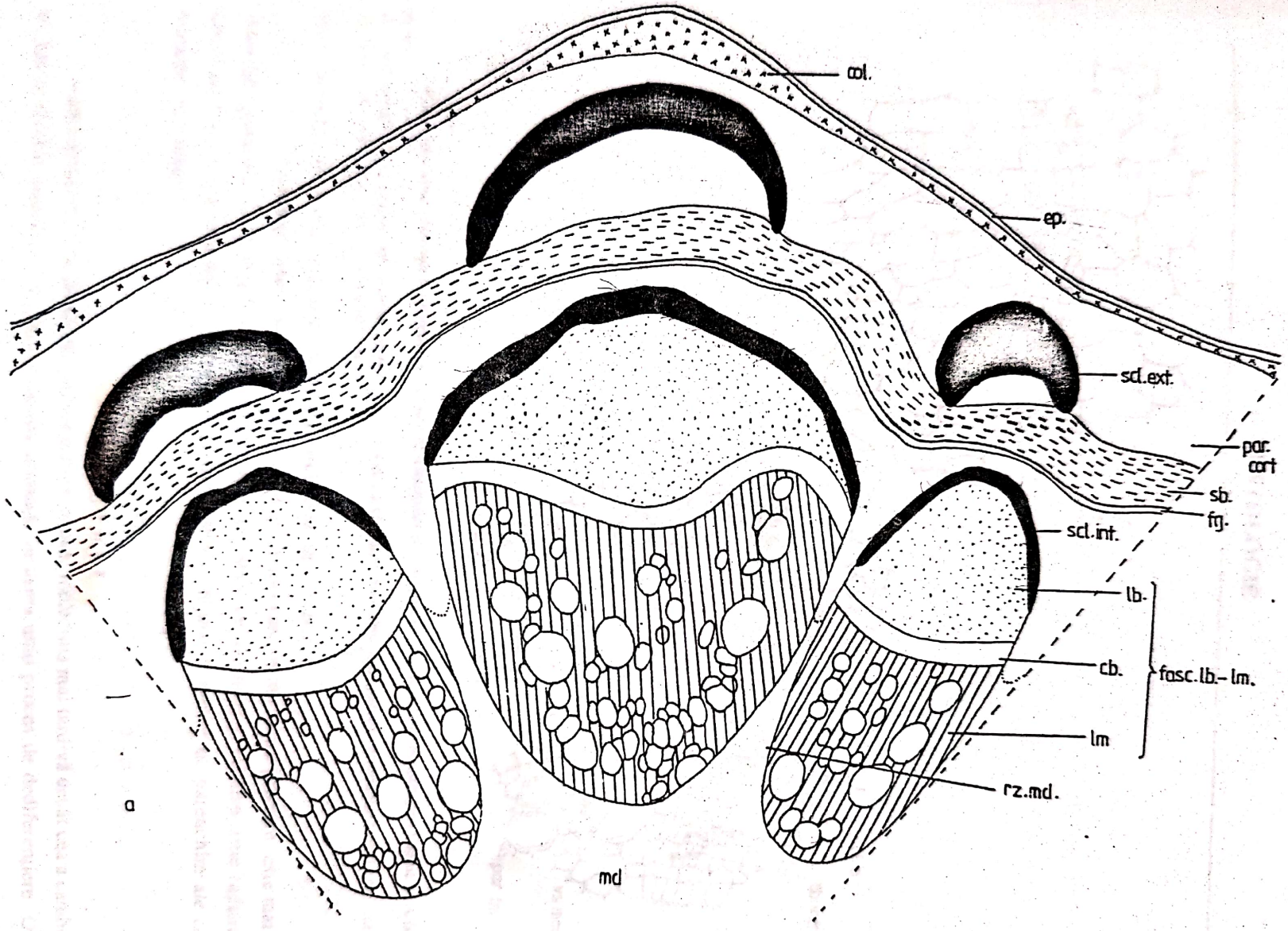


Fig. 7. Meristeme laterale (secundare); cambiu intrafascicular; secțiune transversală prin tulpina de ***Clematis vitalba*** **L.,** schemă (a).
cb - cambiu; **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **fg** - felogen; **fasc.lb.lm** - fascicul libero-lemnos; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par. cort.** - parenchim cortical; **rz.md** - rază medulară; **sb** - suber; **scl.** - sclerenchim (**ext.** - extern; **int.** - intern)

Scanned with OKEN Scanner

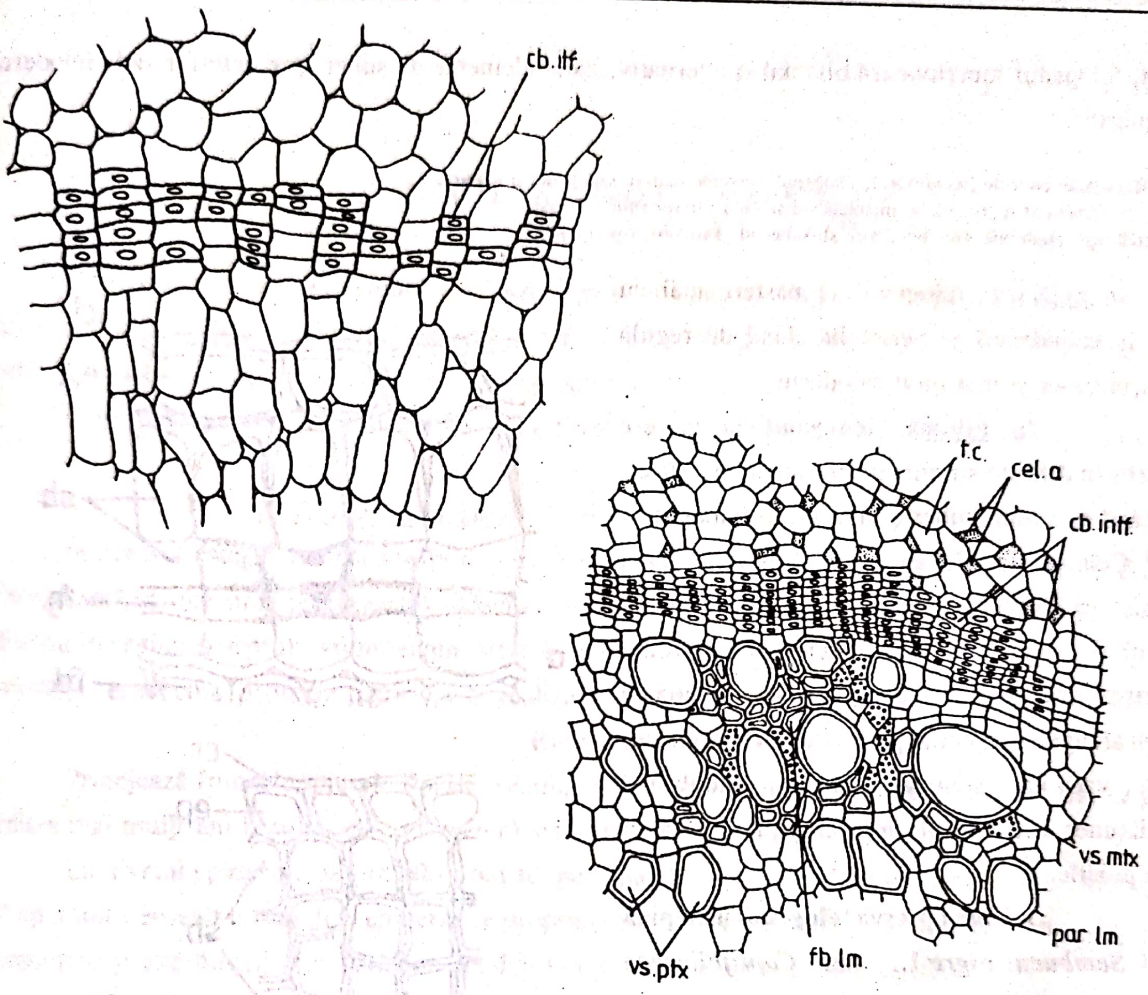


Fig. 8. Meristeme laterale (secundare): cambiul intrafascicular şi interfascicular; secţiune transversala prin tulpina de ***Aristolochia durior:***
cb - cambiu (**intf** - intrafascicular; **itf** - interfascicular); **cel.a** - celulă anexă; **f.lm** - fibre lemnoase; **par.lm** - parenchim lemnos; **t.c** - tub ciuruit; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem)(orig.)

lemn secundar, de aceea structura secundară rămâne de tip fascicular.

Cambiul interfascicular, diferenţiat la nivelul razelor medulare primare, este mai puţin dezvoltat, prezentându-se sub forma câtorva straturi de celule relativ mari şi cu dispoziţie radiară, din activitatea cărora vor rezulta, spre exterior şi spre interior, numai elemente de parenchim ale razelor medulare secundare.

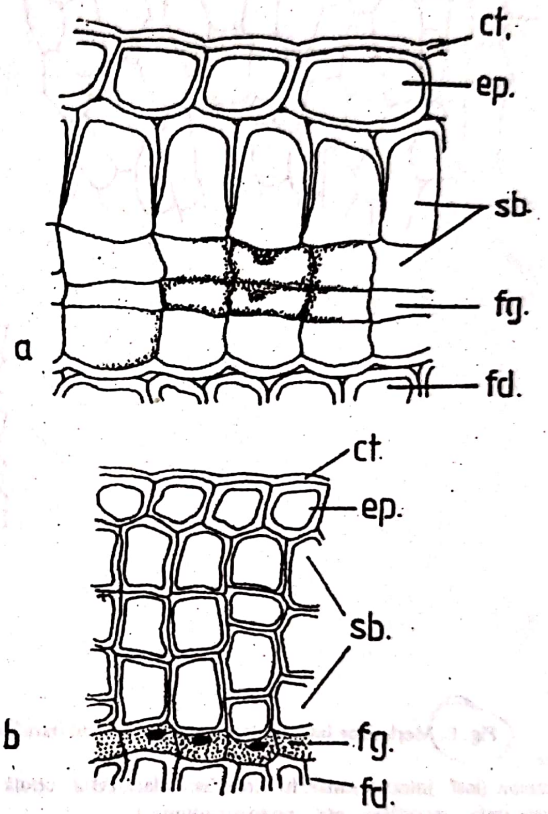
Felogenul

Apariţia felogenului, îndeosebi la plantele lemnoase, totdeauna mai tardivă decât cea a cambiului, are loc la nivelul anumitor zone din structura primară, în urma unui proces de dediferenţiere. O dată

Scanned with OKEN Scanner

format, felogenul funcţionează bifacial şi alternativ, dând elemente de suber spre exterior şi de feloderm spre interior.

Fig. 9. Meristeme laterale (secundare); felogenul; secţiune transversală printr-o ramură de un an de *Sambucus nigra*; stadiu incipient - a şi - b avansat de funcţionare: **ct** - cuticulă; **ep** - epidermă; **fd** - feloderm; **sb** suber (d. Tarnavschi şi colab.)



În rădăcină, felogenul ia naştere mai cu seamă în endodermă şi periciclu, dând de regulă mai puţin suber şi mai mult feloderm.

În tulpină, felogenul ia naştere îndeosebi în diferite straturi periferice ale scoarţei, producând mai mult suber şi mai puţin feloderm.

Celulele de felogen se divid periclin, ca şi cele ale cambiului, rezultând un inel bi-sau tristratificat, elementele componente având forma unei prisme dreptunghiulare, care ne apar aplatizate radiar şi alungite tangenţial pe secţiuni transversale, cu o vacuolă centrală mare, citoplasmă parietală(uneori cu cloroplaste) şi nucleu localizat în aceeaşi poziţie.

▲ Vom observa **felogenul** în tulpina de soc - ***Sambucus nigra* L.** - fam. *Caprifoliaceae* (fig. 9).

Într-o secţiune transversală prin tulpina cu structură secundară de 1 an, de la exterior spre centru distingem: epiderma, periderma (scoarţa secundară), scoarţa primară, periciclul (discontinuu, format din fibre sclerenchimatice), un inel de liber secundar (cu tuburi ciuruite, celule anexe, celule de parenchim), un inel de lemn secundar (cu vase, fibre lemnoase şi puţine celule de parenchim) şi măduva parenchimatic - celulozică (unele celule conţinând tanin).

La nivelul peridermei, între suber şi feloderm se află câteva (1 - 3) straturi de **felogen** (fig. 9), format din celule vizibil alungite tangenţial, cu o vacuolă centrală, cu citoplasmă şi nucleu în poziţie parietală.

Scanned with OKEN Scanner

2. ŢESUTURI PROTECTOARE

Ţesuturile protectoare asigură apărarea organelor vegetale împotriva acţiunii agenţilor externi dăunători din aer, apă, sol; în mică măsură îndeplinesc şi rol de susţinere. Obişnuit sunt localizate la exteriorul plantei (excepţie fac endoderma şi exoderma).

După felul meristemelor din care provin, ţesuturile protectoare se impart în primare şi secundare.

a. Ţesuturi protectoare primare

În această categorie intră **scufia** (ce protejează apexul radicular), **rizoderma**, în acelaşi timp şi cu rol absorbant (ce protejează vârful rădăcinii în regiunea piliferă), **exoderma** (ce protejează vârful rădăcinii în regiunea aspră), **endoderma** (stratul cel mai intern al scoarţei, cu rol în protecţia cilindrului central) şi **epiderma**. Primele patru vor fi analizate când ne vom ocupa de structura rădăcinii.

Epiderma

Protejează frunzele, piesele florale, seminţele, fructele şi tulpinile cu structură primară; ea poate persista mai mulţi ani la tulpinile cu structură secundară de la unele plante.

La nivelul epidermei se pot afla stomate, peri, papile, celule buliforme, glande, spini, hidropote. Rol apărător deosebit au celulele epidermice propriu-zise, perii protectori şi stomatele; acestea din urmă, îndeplinind şi alte funcţii, vor fi tratate detaliat la ţesuturile şi formaţiunile aerifere.

o **Celulele epidermice propriu-zise** sunt vii şi formează, mai adesea, un singur strat, fiind strâns unite între ele şi variind ca formă, mărime şi dispoziţie.

Văzute din faţă, ele au: contur poligonal sau neregulat, cu pereţii laterali drepţi sau ondulaţi, la unele gimnosperme şi la dicotiledonate; contur dreptunghiular sau hexagonal - alungit şi cu dispoziţie în şiruri paralele la monocotiledonate; la multe graminee, în acelaşi şir alternează celule lungi cu cupluri de celule foarte scurte (una silicioasă moartă şi alta suberoasă vie).

În secţiune transversală* celulele ne apar, adesea, dreptunghiulare, alungite tangenţial, adesea cu peretele extern mai bombat, mai îngroşat, cu modificări chimice secundare (cutinizare, cerificare, mineralizare); cuticula este groasă la xerofite, epifite, halofite şi plante alpine; mai rar toţi pereţii sunt îngroşaţi şi lignificaţi, ca la multe graminee. Uneori celulele pot conţine cistoliţi, ca la fruzele de cânepă, ficus, urzică vie ş. a. În vacuolă se pot afla antociani, flavone, tanin, mucilagii, cristale. Alteori toţi

* În detaliu, astfel de secţiuni vor fi analizate când ne vom ocupa de structura tulpinii şi a frunzei

Scanned with OKEN Scanner

pereţii celulelor sunt foarte îngroşaţi, ca la frunza de pin, lumenul fiind foarte redus, punctiform sau de forma literei X.

▲ Epiderma frunzei de ferigă - ***Dryopteris filix - mas*** **L.** - fam. *Polypodiaceae* (secţiune superficială) (fig. 10 a).

Celule de contur neregulat şi cu pereţii laterali puternic ondulaţi pe ambele feţe ale frunzei; în epiderma inferioară se află şi stomate, fiecare formată din două celule stomatice reniforme, ce lasă între ele o deschidere numită ostiolă.

▲ Epiderma frunzei de pin - ***Pinus silvestris*** **L.** - fam. *Pinaceae* (secţiune superficială) (fig. 10 b).

Celule alungit - dreptunghiulare, dispuse în şiruri paralele şi având pereţii laterali fin ondulaţi. Stomatele sunt foarte mari, sub nivelul epidermei, dispuse tot în şiruri paralele; pentru o bună observare este necesară utilizarea permanentă a şurubului micrometric.

▲ Epiderma frunzei de trifoi roşu - ***Trifolium pratense*** **L.** - fam. *Fabaceae*** (fig. 10 c.) (secţiune superficială).

Celule de contur poligonal, cu pereţii laterali drepţi pe faţa superioară a frunzei, de contur neregulat şi cu pereţii laterali ondulaţi pe cea inferioară. Stomatele sunt prezente în ambele epiderme.

▲ Epiderma frunzei de stânjenel - ***Iris germanica*** **L.** - fam. ***Iridaceae*** (secţiune superficială) (fig. 10 d).

Celule poligonal - alungite, cu pereţii laterali drepţi, dispuse în şiruri aproximativ paralele. Stomatele sunt mari şi dispuse tot în şiruri paralele.

▲ Epiderma frunzei de porumb - ***Zea mays*** **L.** - fam. *Gramineae* (secţiune superficială)(fig. 10 e).

Celule dreptunghiular - alungite, alternând cu cupluri de celule scurte, dispuse în şiruri paralele; cele dintâi au pereţii laterali fin ondulaţi. Pe alocuri se observă peri unicelulari foarte scurţi, aculeiformi.

** Facem de pe acum menţiunea că unele familii de angiosperme poartă două denumiri. Astfel ***Gramineae = Poaceae; Compositae = Asteraceae; Cruciferae = Brassicaceae; Leguminosae = Fabaceae; Labiatae = Lamiaceae; Umbelliferae = Apiaceae***. Din raţiuni morfologice, considerăm că ar fi potrivită şi mai explicită prima denumire la cursul şi lucrările practice de Morfologie şi anatomie vegetală (noua denumire este în acord cu terminologia aprobată de taxonomişti, după care fiecare familie poartă numele unui gen din componenţa sa). În cele ce urmează vom folosi, totuşi, terminologia nouă.

Scanned with OKEN Scanner

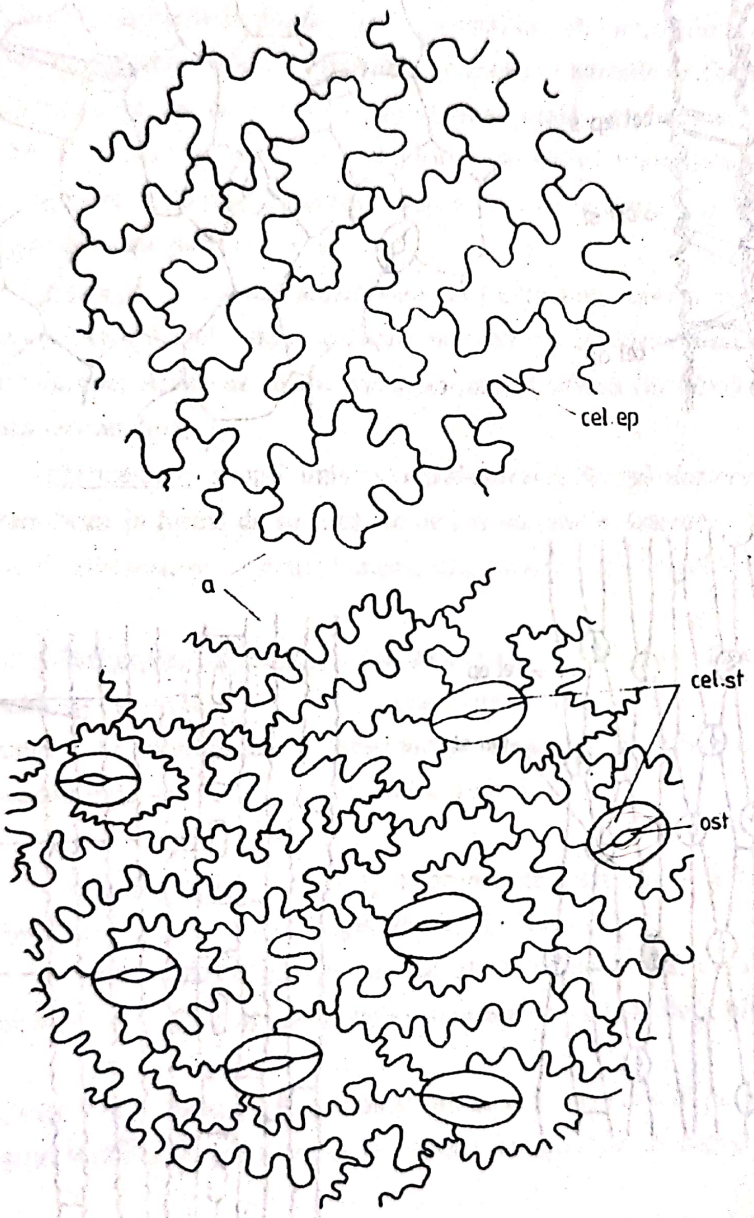
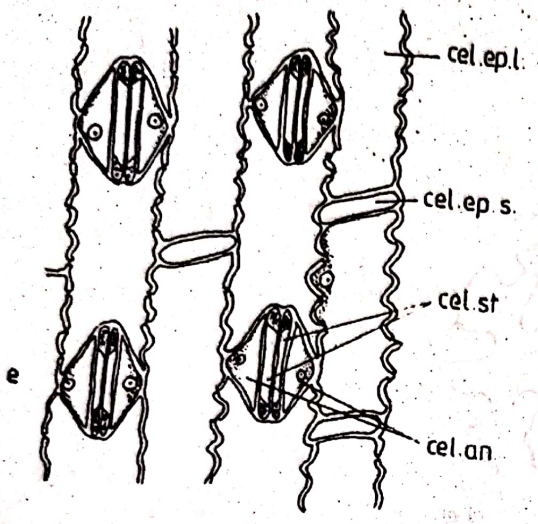
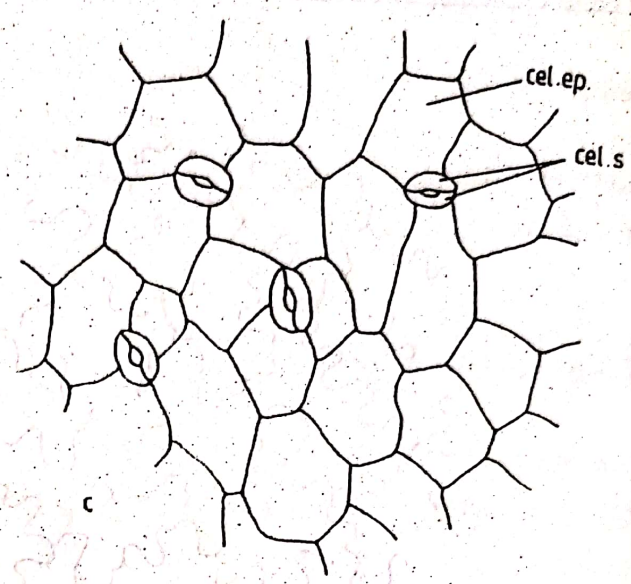


Fig. 10. Epiderma văzută de față (secțiune superficială):a - *Dryopteris filix - mas* (sus - superioară, jos - inferioară); b - *Pinus sylvestris*; c - *Trifolium pratense* (sus - superioară, jos - inferioară) d - *Iris germanica*; e - *Zea mays:*
cel.a - celule anexe; cel. ep - celule epidermice (l - lungi; s - scurte); cel.st - celule stomatice; ost - ostiolă (orig.)

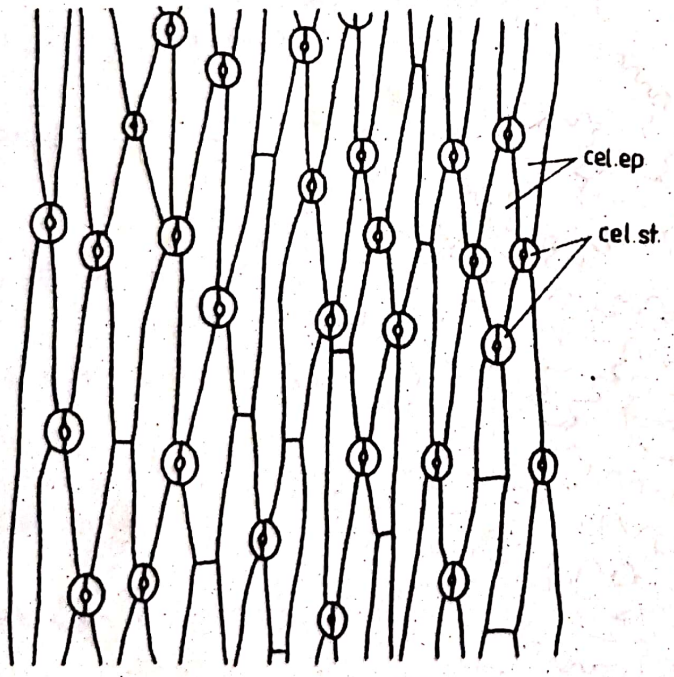
Scanned with OKEN Scanner



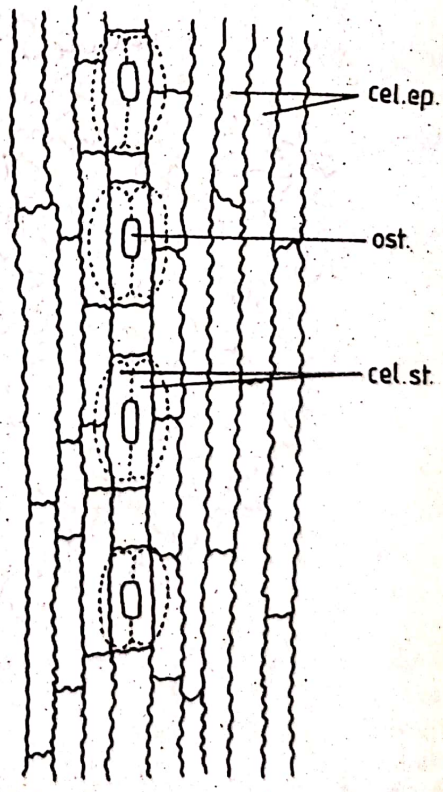
e



c



d



b

Fig. 10 a

Scanned with OKEN Scanner

formaţi de celule epidermice scurte. Stomatele, de tip halteriform, sunt mărginite de două celule anexe şi dispuse tot în şiruri paralele.

○ **Perii protectori** (tectori) sau trichomii sunt producţii epidermice cu rol apărător împotriva insolaţiei (îndeosebi la plante stepice, deşertice, alpine), reflectând razele solare, împotriva pierderii de căldură noaptea, împotriva frigului, umezelei şi animalelor fitofage.

Perii tectori sunt formaţi din două parţi: una bazală - bulbul sau piciorul părului (aflat între celulele epidermice) şi una terminală - corpul părului, cu vârful drept sau arcuat, obtuz sau ascuţit şi cu peretele diferit îngroşat, totdeauna cutinizat, uneori chiar mineralizat.

După structura lor perii tectori pot fi:

- unicelulari, scurţi şi aculeiformi sau foarte lungi, uneori flexuoşi, adesea ascuţiţi la vârf, cistolitici uneori (cânepă, hamei, mierea ursului), protectori şi secretori în acelaşi timp alteori (urzica vie), simpli (***Ranunculaceae, Apiaceae, Rosaceae*** ş. a.) sau ramificaţi (în formă de suveică la micşunea sau de stea la traista ciobanului);

- pluricelulari: simpli, uniseriaţi (***Solanaceae, Scrophulariaceae,*** multe ***Lamiaceae***, unele ***Asteraceae***), ramificaţi în formă de suveică, ac de busolă (multe ***Asteraceae***) sau de stea (cătină de râu, salce mirositoare), arborescent - etajaţi (lumânărică), masivi (ferigă, nalbă, mac, măslin).

▲ Peri unicelulari simpli la frunza de piciorul cocoşului - ***Ranunculus polyanthemos*** **L.** - fam. ***Ranunculaceae*** (secţiune transversală) (fig. 11 a).

Peri lungi, uşor fexuoşi, vii, cu pereţi moderat îngroşaţi şi vârful ascuţit, cu bulbul adânc înfipt în mezofil, prezenţi îndeosebi pe faţa inferioară a frunzei.

▲ Peri unicelulari ramificati la frunza de micşunea - ***Cheiranthus cheiri*** **L.** - fam. ***Brassicaceae*** (secţiuni: superficială şi longitudinală)(fig. 11 b,c).

Pe secţiuni superficiale perii apar alipiţi de epidermă, având formă de suveică sau de lance, cu perete foarte gros şi cu un cerc la mijloc (corespunzând bulbului), fiind morţi la maturitate (plini cu aer).

Pe secţiuni longitudinale perii apar bifurcaţi, cu cele două ramuri paralele cu epiderma şi aproape alipite de aceasta. Bulbul este adânc înfipt în mezofil, iar peretele are aspect verucos sau echinulat.

▲ Peri unicelulari ramificati la frunza de traista ciobanului - ***Capsella bursa pastoris*** **(L.) Medik.** - fam. ***Brassicaceae*** (secţiune superficială) (fig. 11 d)

Perii, de asemenea morţi la maturitate (plini cu aer) şi cu perete foarte gros, sunt stelaţi, cu ramurile adesea flexuoase.

Scanned with OKEN Scanner

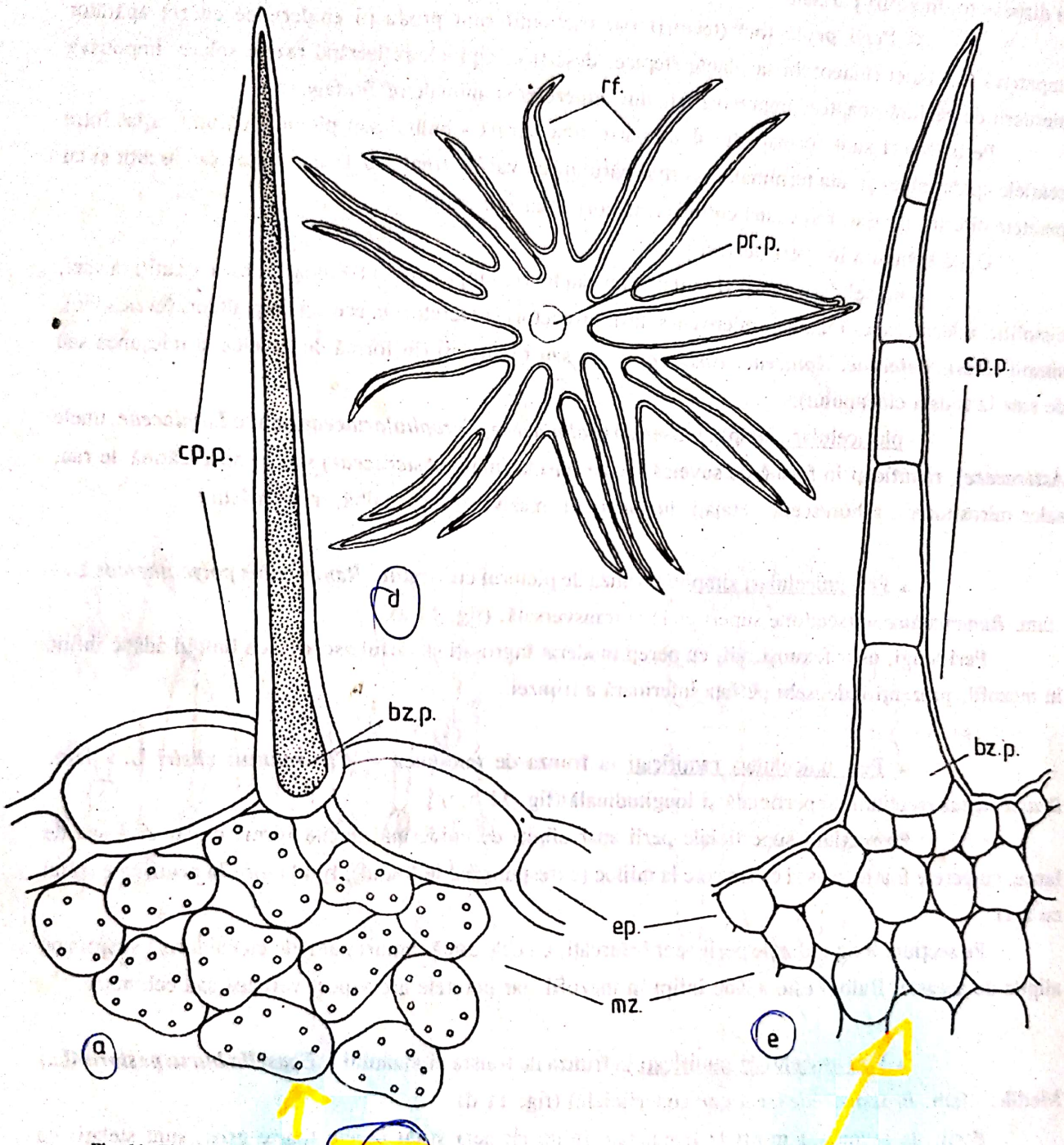


Fig. 11. Tipuri de peri tectori: unicelulari: **a** - simpli, la ***Ranunculus polyanthemos;*** **b,c** - fusiform - ramificaţi, la ***Cheiranthus cheiri*** (**b** - secţiune superficială; **c** - secţiune longitudinală); **d** - stelat - ramificaţi, la ***Capsella bursa pastoris***, pluricelulari: **e** - uniseriaţi, la ***Mentha longifolia;*** **f,g** - masivi, stelaţi la ***Eleagnus angustifolia*** (**f** - secţiune supreficială; **g** - secţiune transversală) **h,i** - arborescenţi, la ***Verbascum phlomoides*** (**h** - aspect general, **i** - detaliu); **j** - urticant (tector şi secretor), la ***Urtica dioica*** (stânga - întreg; dreapta - vârf mărit, întreg şi rupt):
cel. ax - celule axiale; **cit** - citoplasmă; **em** - emergenţă; **ep** - epidermă; **mz** - mezofil; **n** - nucleu; **p** - păr (**bb** - bulb; **bz** - bază; **cp.** - corp; **pc** - picior; **pr** - proiecţia bazei sau piciorului); **rm.un** - ramuri unicelulare; **vac** - vacuole; **vf** - vârf (**mc** - măciucat, **rp** - rupt)(a-d, f-j -orig, e - d. Filipescu).

Scanned with OKEN Scanner

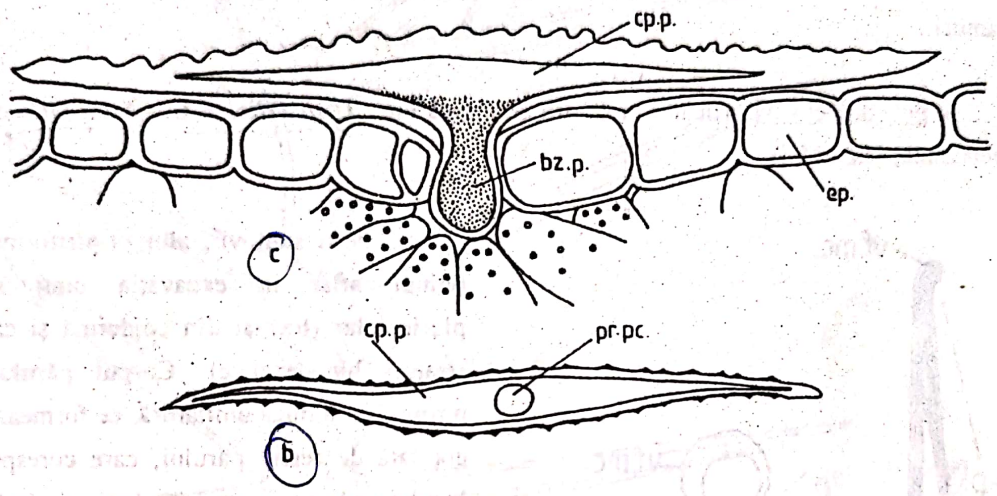


Fig 11 b,c

▲ <u>Peri pluricelulari uniseriati</u> la frunza de mentă - ***Mentha longifolia*** **(L.) Nath.** - fam. ***Lamiaceae*** (secţiune transversală)(fig. 11 e).

Perii sunt lungi, vii, formaţi din 2 până la 7 celule dreptunghiulare (cilindrice), cea terminală având vârful obtuz sau uşor ascuţit, iar cea bazală având formă poligonală, toate cu pereţi relativ subţiri.

▲ <u>Peri pluricelulari masivi, stelati</u> la frunza de salce mirositoare - ***Elaeagnus angustifolia*** **L.** - fam. ***Elaeagnaceae*** (secţiuni: superficială şi transversală) (fig. 11 f, g).

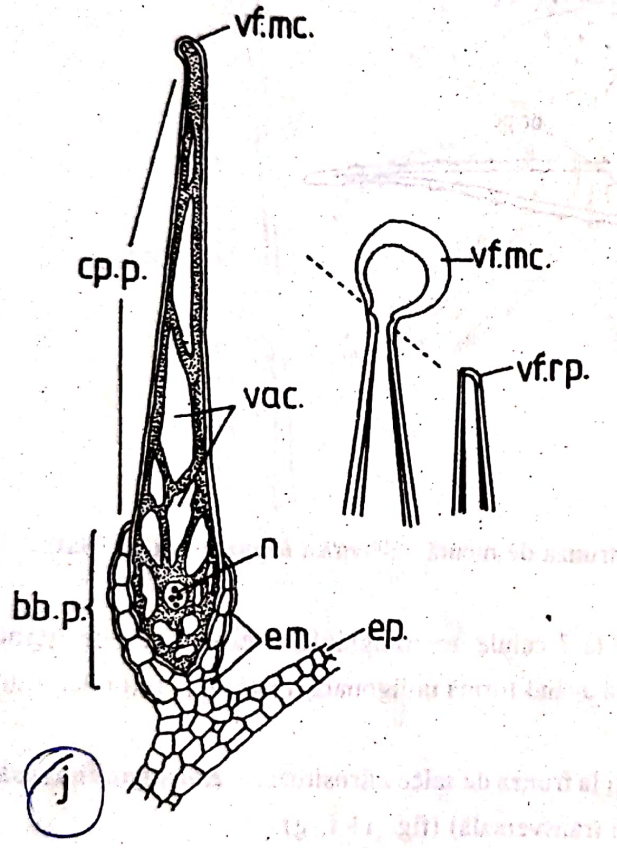
Pe secţiuni superficiale perii sunt morţi la maturitate (plini cu aer), formaţi din numeroase ramuri unicelulare unite spre bază şi perpendiculare faţă de piciorul pluricelular, toate având pereţi moderat îngroşaţi.

Pe secţiuni transversale perii au picior relativ lung, format din mai multe celule uşor alungite, dispuse în unul sau două etaje; corpul părului arată două ramuri laterale alungite paralel cu epiderma şi o parte centrală bombată. În felul acesta perii au forma aproximativă a unei ciuperci, cu pălăria puternic bombată şi piciorul înfipt în mezofil.

▲ Peri pluricelulari "arborescenţi" la frunza de lumânărică - *Verbascum phlomoides* L. - fam. *Scrophulariaceae* (secţiune superficială) (fig. 11 h, i).

Perii sunt morţi la maturitate (plini cu aer) fiind formaţi dintr-o parte axială pluricelulară (3- 5 celule) şi câteva etaje de verticile de câte trei ramuri unicelulare la "noduri"; verticilul terminal are cel puţin cinci ramuri.

▲ Peri unicelulari urticanţi la frunza de urzică vie - *Urtica dioica* L. - fam. *Urticaceae* (secţiune superficială) (fig. 11 j).



Perii sunt vii, alungit-piriformi, cu bulbul aflat în excavaţia unui soclu pluricelular (format din epidermă şi câteva straturi hipodermice). Corpul părului se termină cu o mică umflătură, ce formeaza un cot faţă de restul părului, care corespunde locului unde se va rupe părul atunci când este atins de un animal sau de om; rezultă atunci un stilet ce pătrunde sub piele, inoculand lichidul urticant. Peretele părului este impregnat cu carbonat de calciu; doar spre vârful părului este impregnat cu dioxid de siliciu, ceea ce explică uşurinţa cu care la rupere pătrunde sub piele.

b. Ţesuturi protectoare secundare

Suberul

Ţesutul suberos, rezultat în urma activităţii felogenului, este format din celule tabulare, paralelipipedice, fără spaţii între ele şi care mor repede după formarea lor, peretele suberificat împiedicând schimburile cu mediul extern sau cu celulele vecine, deoarece suberina, substanţă de natura lipidică, este impermeabilă. Aceste celule moarte sunt pline cu aer, uneori cu tanin, ceea ce explică de ce suberul este atât de uşor. Pereţii celulelor pot fi subţiri (la tuberculul de cartof), moderat (caz obişnuit) sau puternic (la *Limonium*) îngroşaţi, mai adesea striaţi, ceea ce dovedeşte ca în ei alternează suberina

Scanned with OKEN Scanner

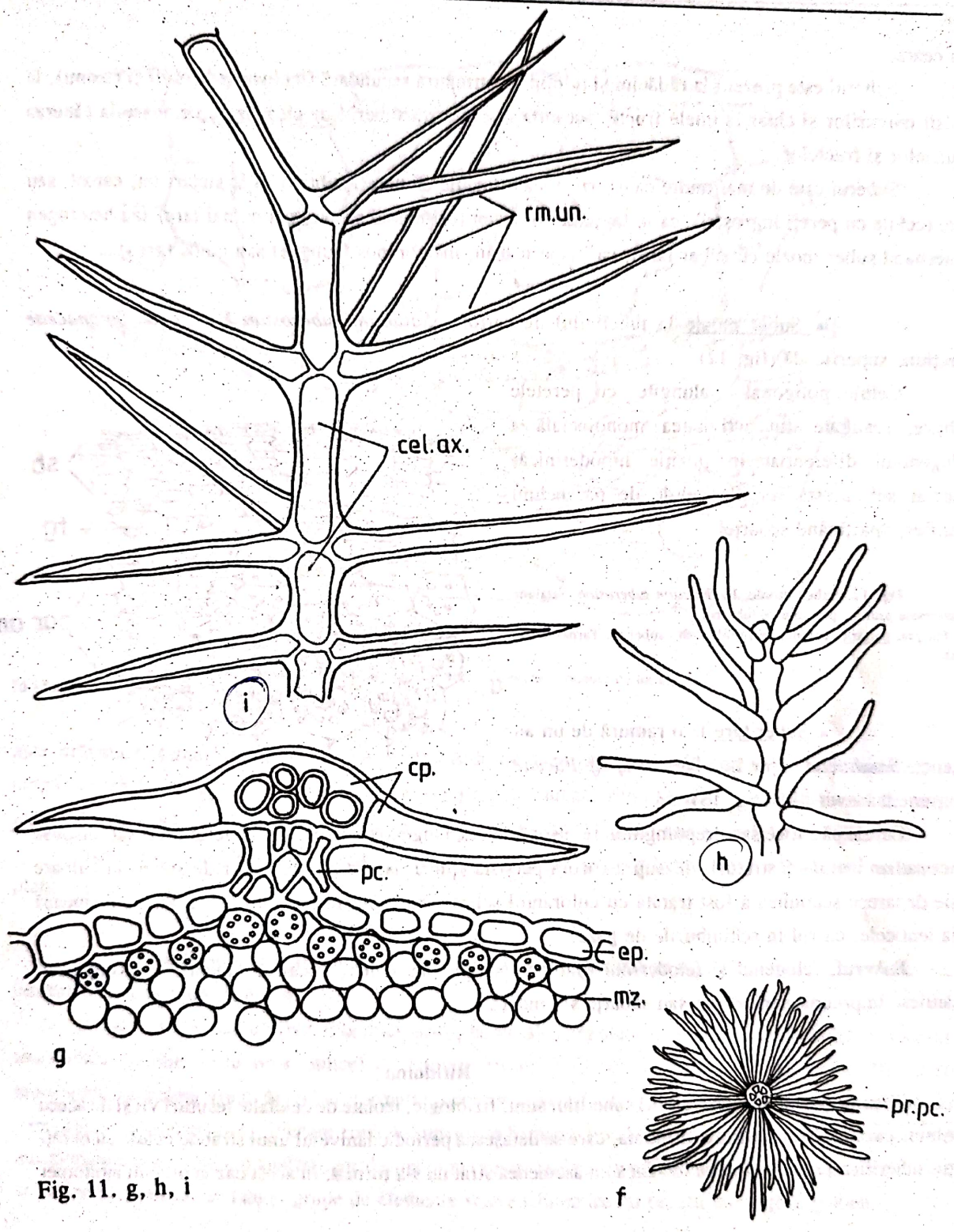


Fig. 11. g, h, i

Scanned with OKEN Scanner

cu ceara.

Suberul este prezent la rădăcini şi tulpini cu structură secundară (inclusiv tuberculi şi rizomi), la solzii mugurilor şi chiar la unele fructe; acestuia i se adaugă suberul de cicatrizare ce apare la căderea frunzelor şi fructelor.

Suberul este de mai multe categorii: moale (celule cu pereţi subţiri) ca la stejar, tei, cartof, sau tare (celule cu pereţi îngroşaţi), ca la fag, soc; omogen (ori numai moale, ori numai tare) sau heterogen (alternând suber moale cu suber tare), ca la mesteacăn; membranos (subţire) sau cojos (gros).

▲ Suber moale la tuberculul de cartof - ***Solanum tuberosum* L.** - fam. *Solanaceae* (secţiune superficială)(fig. 12)

Celule poligonal - alungite, cu peretele subţire, rezultate din activitatea monofacială a felogenului diferenţiat în poziţie hipodermică; imediat sub acesta se află celule de parenchim amilifer, aparţinând scoarţei.

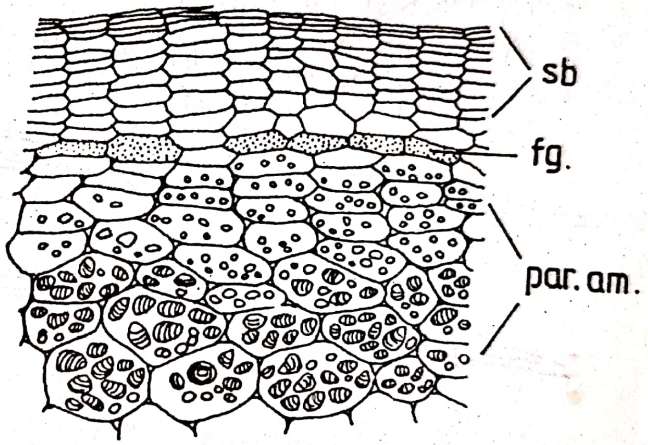


Fig. 12. Suber moale, la *Solanum tuberosum*: secţiune transversala printr-o porţiune de tubercul:
fg - felogen; par.am - parenchim amilifer; **sb** - suber (d. Tarnavschi şi colab.)

▲ Suber tare la o ramură de un an de soc - ***Sambucus nigra* L.** - fam. *Caprifoliaceae* (secţiune transversală) (fig. 13).

Celule pătratice sau dreptunghiulare, uşor alungite tangenţial, cu perete moderat îngroşat, dispuse strict radiar în 3 - 5 straturi, deasupra cărora persistă epiderma. Pereţii celulelor de suber au culoare roşie deoarece secţiunea a fost tratată cu colorantul selectiv roşu Sudan III. Din loc în loc se formează deja lenticele, cu rol în schimburile de gaze.

Suberul, felogenul şi felodermul (parenchim tipic sau colenchimatizat, uneori cu cloroplaste) alcătuiesc împreună **periderma** sau scoarţa secundară.

Ritidoma

Ţesuturile situate la exteriorul suberului sunt, fiziologic, izolate de celelalte ţesuturi vii şi de aceea vor muri curând. Ele constituie ritidoma, care se detaşează periodic lanivelul unui strat de celule cu pereţi puţin suberificaţi sau rămâne pe loc dacă un asemenea strat nu s-a format; în acest caz la nivelul ritidomei

Scanned with OKEN Scanner

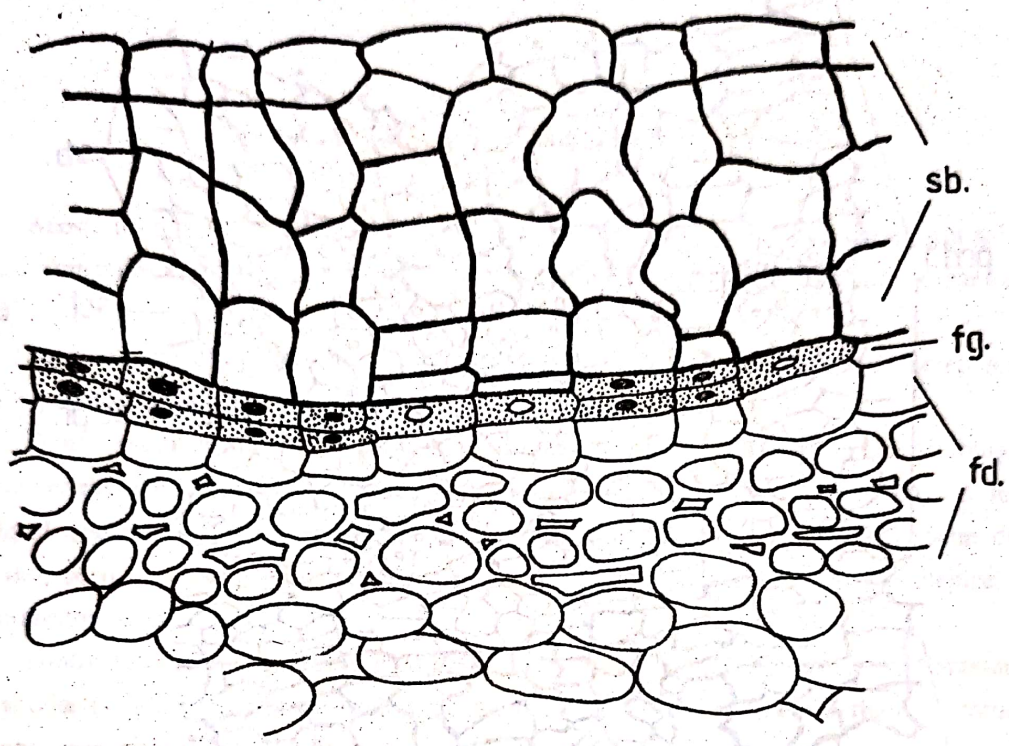


Fig. 13. Suber tare la *Sambucus nigra*: secţiune transversală printr-o ramură de un an:
fd - feloderm; **fg** - felogen; **sb** - suber (orig.)

apar crăpături, şanţuri prin care au loc schimburile de gaze. Aşadar, ritidoma poate fi persistentă, cu crăpături, ca la salcâm, stejar, ulm, nuc, conifere, sau caducă, când se desprinde sub formă de benzi longitudinale (viţă de vie, curpen de pădure), inele (cireş, prun), plăci sau solzi (platan, măr, păr).

Ritidoma caracterizează rădăcina şi, mai ales, tulpina plantelor lemnoase în vârstă, mai rar a unor plante ierboase perene.

▲ Ritidoma la o ramura de 3 - 4 ani de soc - ***Sambucus nigra*** L.- fam. *Caprifoliaceae* (secţiune transversală) (fig. 14).

Observată cu ochiul liber şi la microscop, cu grosisment slab, pe secţiune se observă 3 - 4 suviţe tangenţiale (paralele sau uşor oblice) de culoare roşietică (după coloraţia cu roşu Sudan III), care reprezintă tot atâtea zone de suber formate succesiv, separate de parenchim (feloderm şi resturi de parenchim cortical primar). Fiecare zonă de suber este formată din câteva straturi de celule cu caracterele menţionate atunci când am analizat periderma unei ramuri izolate. În parenchimul dintre zonele suberoase se observă elemente izolate şi grupe de elemente sclerenchimatice cu pereţii coloraţi în galben.

Scanned with OKEN Scanner

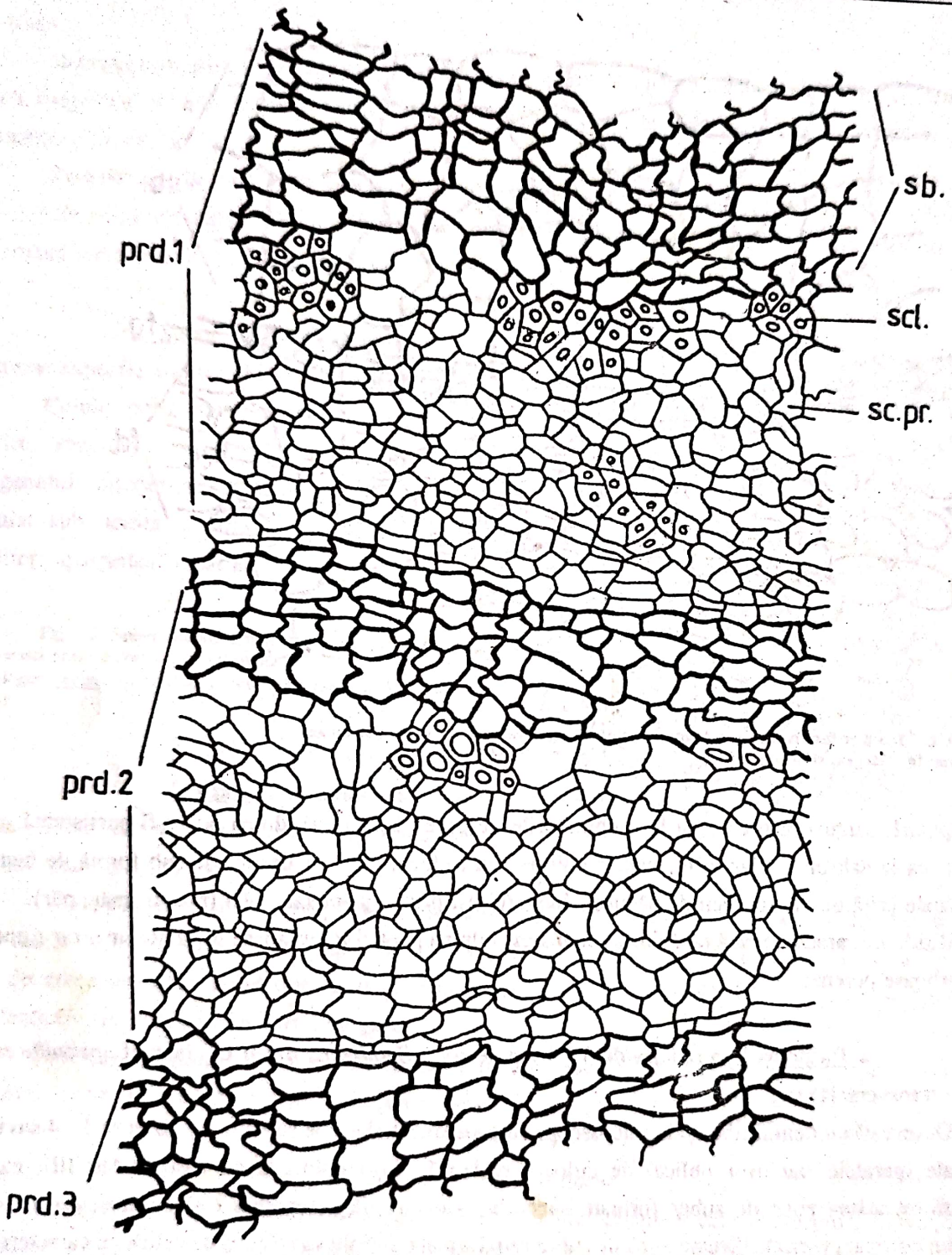


Fig. 14. Ritidomă, la *Sambucus nigra*; secțiune transversală printr-o ramură de trei ani
sb - suber; **sc.pr** - scoarță primară; **scl** - elemente de sclerenchim; **prd. 1, 2, 3** - periderme formate succesiv (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

3. ŢESUTURI ABSORBANTE

Aceste ţesuturi au ca rol absorbţia apei cu sărurile minerale dizolvate în ea, din sol sau din aer şi de a o transmite vaselor conducătoare de lemn, precum şi absorbţia substanţelor organice sub formă lichidă.

Sunt formate din celule vii, parenchimatice, mai rar prozenchimatice, cu pereţi foarte subţiri, celulozo-pectici, localizate de regulă la periferia organelor.

Dintre ţesuturile absorbante pentru apă şi substanţe minerale menţionăm rizoizii (muşchi, protalul ferigilor, unele alge, ciuperci şi licheni), hialoderma şi hialocitele (muşchi de turbă), rizoderma cu peri absorbanţi (majoritatea plantelor superioare), velamenul (propriu rădăcinilor aeriene de la epifite tropicale), perii absorbanţi de pe frunze şi tulpini (la epifite ecuatoriale, la plante stepice, desertice şi mediteraneene).

Dintre ţesuturile absorbante pentru substanţe organice amintim: haustorii plantelor superioare semiparazite (vâsc) şi parazite (torţel, lupoaie, muma pădurii), stratul absorbant al cotiledonului de graminee, suspensorul embrionului.

▲ Rizoizii de la briofite

Îndeplinesc rolul rădăcinii de la cormofite, muşchii fiind lipsiţi de un asemenea organ.

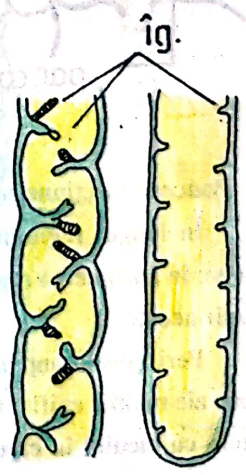


Fig. 15. Rizoizi la *Marcantia polymorpha*
ig - îngroşări (d. Haberlandt)

- La fierea pământului - ***Marchantia polymorpha*** **L.** - fam. *Marchantiaceae* (fig. 15), rizoizii sunt simpli, lungi, cu aspect de peri absorbanţi, de care diferă prin faptul că sunt separaţi de celula care i-a produs.

- La muşchiul comun - ***Polytrichum commune*** **L.** - fam. *Musci*, rizoizii sunt ramificaţi, luând aspect de sistem radicular; numai ultimele ramificaţii, unicelulare, au rol absorbant.

▲ Hialocitele de la "frunza" de muşchi de turbă ***Sphagnum acutifolium*** **Ehah.** - fam. *Musci*.

Scanned with OKEN Scanner

Planta este lipsită de rizoizi. Frunzele sunt unistratificate (putând fi observate prin transparenţă), formate din două feluri de celule: unele vii, alungite, cu cloroplaste, dispuse într-o reţea şi numite clorocite; altele moarte, mari, hialine, având pereţi cu îngroşări inelate şi spiralate, din loc în loc cu pori numite hialocite, fiind dispuse în ochiurile reţelei formate de clorocite şi având rol absorbant.

▲ Perii absorbanţi de la rădăcina de grâuşor - *Ranunculus ficaria* L. - fam. *Ranunculaceae* (secţiune transversală)(fig. 17).

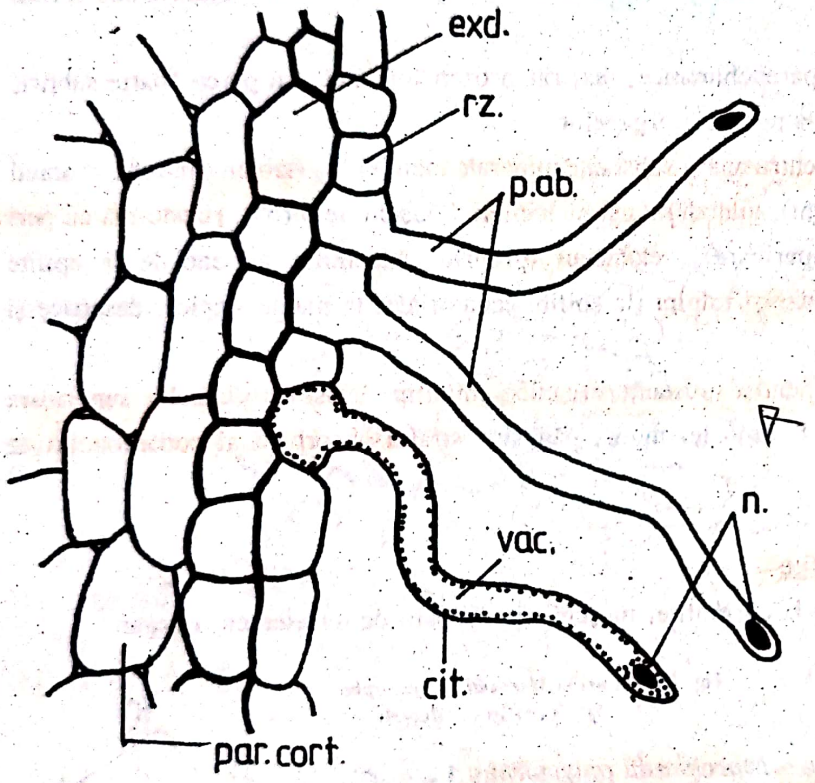


Fig. 17. Rizodermă cu peri absorbanţi, la *Ranunculus ficaria*; secţiune transversala prin regiunea piliferă a rădăcinii: **cit** - citoplasmă; **exd** - exodermă; **n** - nucleu; **p.ab** - păr absorbant; **par.cort** - parenchim cortical; **rz** - rizodermă; **vac** - vacuolă (orig).

La periferia rădăcinii se află rizoderma, multe din celulele ei fiind transformate în peri absorbanţi relativ lungi, cilindrici, adesea îndoiţi, având perete foarte subţire, o vacuolă centrală mare şi citoplasmă parietală; doar spre vârful părului citoplasma este densă, aici aflându-se şi nucleul.

▲ Perii absorbanţi de la rădăcina de grâu - *Triticum aestivum* L. - fam. *Poaceae* (secţiune longitudinală)(fig. 18).

În lungul regiunii pilifere, lungă de 3 cm, se observă numeroşi peri absorbanţi lungi, adesea flexuoşi; în apropierea regiunii aspre ei se usucă şi cad, dar în acelaşi timp se formează alţii în vecinătatea regiunii netede.

Perii absorbanţi lipsesc la plantele acvatice natante, la unii arbori cu micorize şi la rădăcinile aeriene ale multor epifite tropicale. Lungimea şi numărul perilor pe unitate de suprafaţă se află în strânsă legătură cu mediul în care cresc plantele.

Scanned with OKEN Scanner

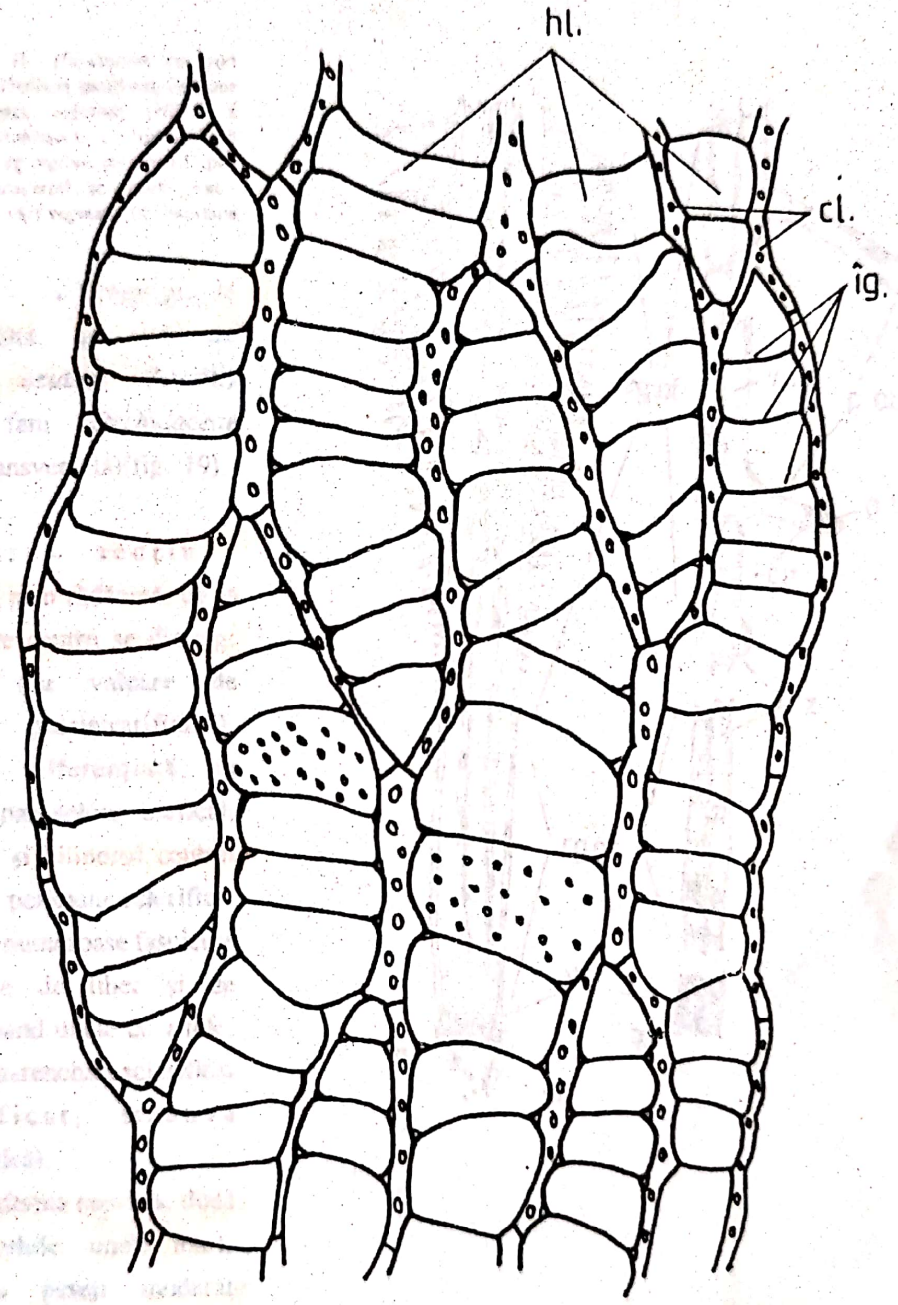


Fig. 16. Hialocitele, la *Sphagnum acutifolium*
cl - clorocite; **hl** - hialocite; **îg** - îngroşări (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

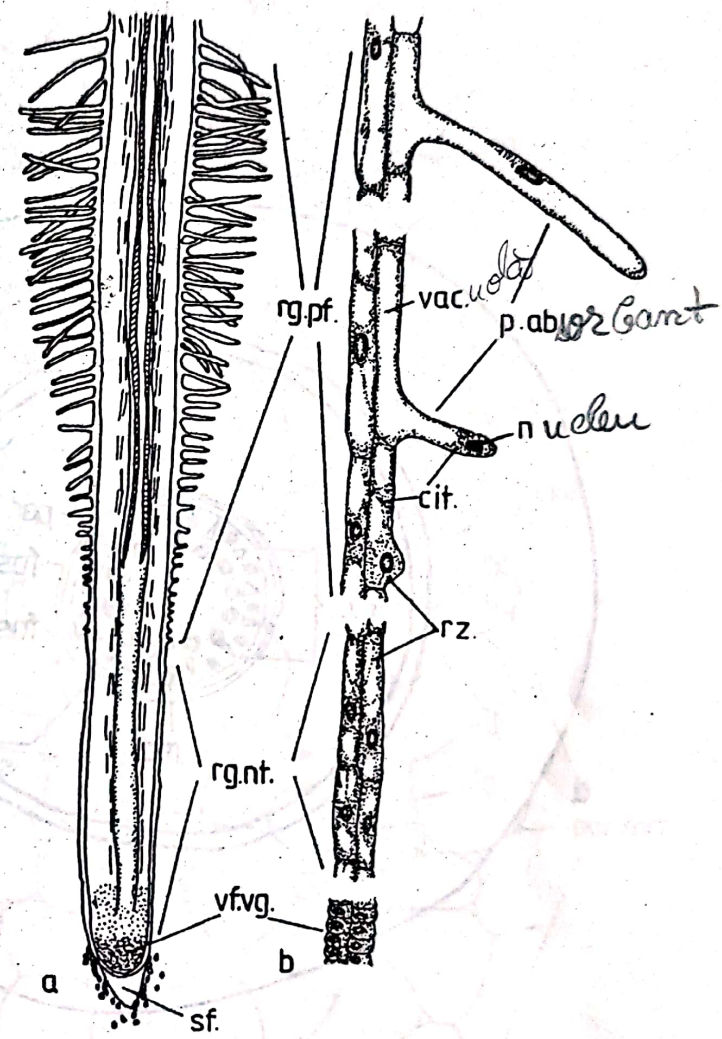


Fig. 18. Rizodermă cu peri absorbanţi, la *Triticum aestivum;* secţiune longitudinală prin regiunea piliferă a rădăcinii: **cit** - citoplasmă; **n** - nucleu; **p.ab** - păr absorbant; **rg** regiune (**nt** - netedă; **pf** - piliferă); **rz** - rizodermă; **sc** - scufie; **vac** - vacuolă; **vf.vg** - vârf vegetativ (d. Barykina şi colab.)

▲ Velamenul de la rădăcina aeriană de ***Stanhopea oculata*** **(Lindl.) Lodd.** - fam. *Orchidaceae* (secţiune transversală)(fig. 19). Fig. 18

Într-o secţiune transversală prin rădăcină, de la exterior spre centru se disting: velamenul (cu valoare de rizodermă pluristratificată), scoarţa (diferenţiată în exodermă, parenchim cortical, endodermă) şi cilindrul central (cuprinzând periciclu sclerificat şi lignificat, numeroase fascicule conducătoare de liber şi de lemn, alternând unele cu altele, separate de parenchim sclerificat şi lignificat, măduvă parenchimatică).

Exoderma cuprinde două feluri de celule: unele mari, moarte, cu pereţi moderat îngroşaţi şi suberificaţi, altele mici, vii, cu pereţi subţiri şi celulozici, numite celule de pasaj sau de comunicaţie.

Endoderma cuprinde celule moarte, cu îngroşări lignificate de forma literei U şi celule vii, de pasaj, cu pereţi subţiri.

Scanned with OKEN Scanner

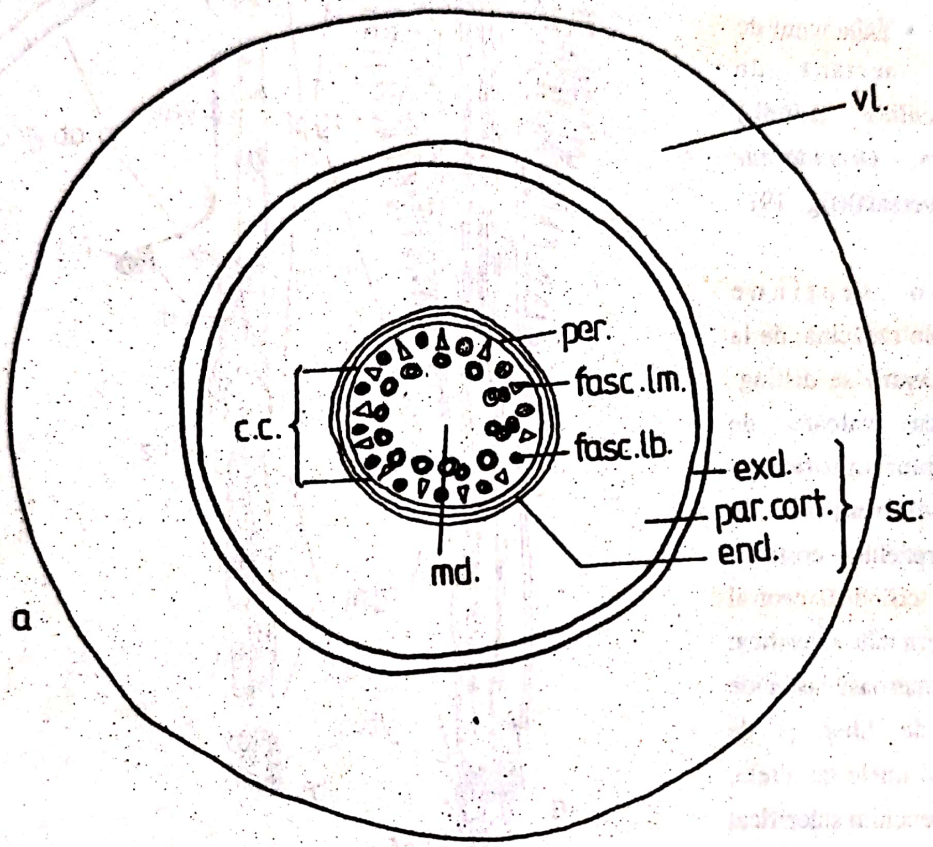


Fig. 19. Velamenul, la *Stanhopea oculata*; secțiune transversală printr-o rădăcină aeriană, schemă (a) și detaliu (b): **c.c** - cilindr central; **cel. psg** - celule de pesaj; **end** - endodermă; **exd** - exodermă; **fasc** - fascicule conducătoare (**lb** - liberiene; **lm** - lemnoase) **fb.lm** - fibre lemnoase; **îg** - îngroșări; **lb** - liber; **md** - măduvă; **par** - parenchim (**cort** - cortical; **lm.lg** - lemnos lignificat); **per** - periciclu; **sc** - scoarță; **vl** -velamen; **vs.lm** - vase de lemn (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

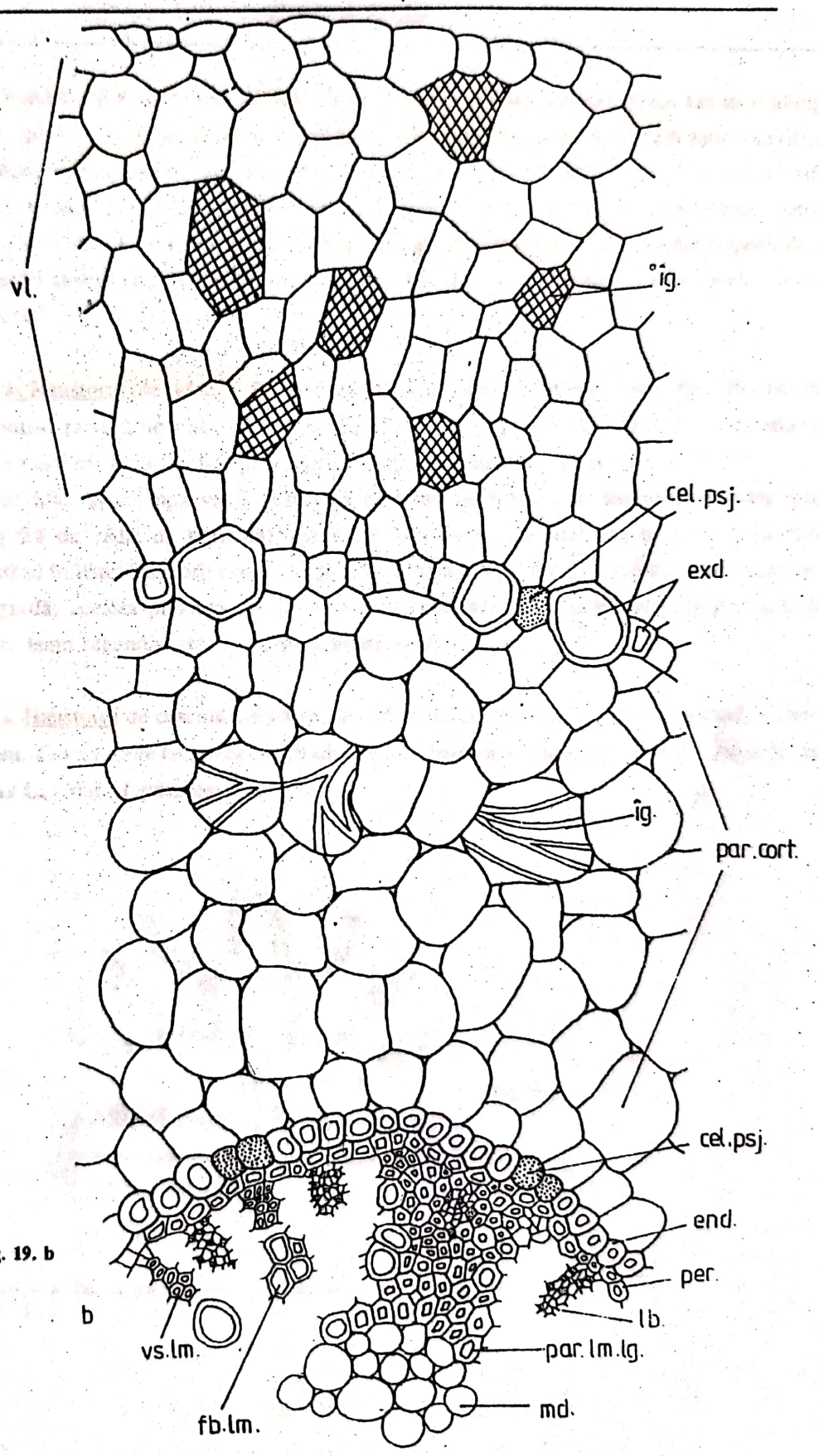

vl.
ig.
cel.psj.
exd.
ig.
par.cort.
cel.psj.
end.
per.
lb.
par.lm.lg.
md.
fb.lm.
vs.lm.
b

Fig. 19. b

Velamenul este format din mai multe straturi de celule izodiametrice sau uşor alungite radiar, fără spaţii aerifere între ele, moarte la maturitate, cu pereţii spiralat îngroşaţi şi uşor suberificaţi. În porţiunile rămase subţiri, pereţii au perforaţii prin care celulele comunică între ele şi cu atmosfera externă. Datorită acestor perforaţii apa de ploaie sau rouă este absorbită prin capilaritate; datorită îngroşărilor caracteristice ale pereţilor celulari velamenul are şi însuşirea de a condensa vaporii de apă absorbiţi. Apa astfel absorbită şi acumulată în velamen va fi transmisă scoarţei şi apoi vaselor de lemn din cilindrul central.

▲ Haustorul de vâsc - ***Viscum album*** **L.** - fam. *Loranthaceae* (fig. 20) (secţiune longitudinală printr-o ramură de plop - ***Populus alba*** **L.** - fam . *Salicaceae*). Vâscul se instalează pe ramurile diferiţilor arbori: brad, molid, pin, salcâm, stejar, dar mai ales plop.

Cu ochiul liber şi cu lupa va fi observată rădăcina sugătoare sau haustorul de vâsc (plantă semiparazită, lipsită de rădăcină normală), ramificat la nivelul liberului, de pe cele două ramuri tangenţiale înaintând în lemn haustorii propriu-zişi, cu rol în absorbţia apei şi a substanţelor minerale din tulpina plantei gazdă; aceasta prezintă, de la exterior spre centru, peridermă, scoarţă primară, liber secundar, subţire, lemn secundar gros şi măduvă foarte subţire.

▲ Haustorul de cuscută sau torţel (plantă parazită lipsită de rădăcină normală) - ***Cuscuta europaea*** **L.** - fam. *Cuscutaceae* (secţiune longitudinală prin haustor şi transversală prin tulpina de jaleş - ***Salvia splendens*** **L.** - fam. *Lamiaceae*)(fig. 21).

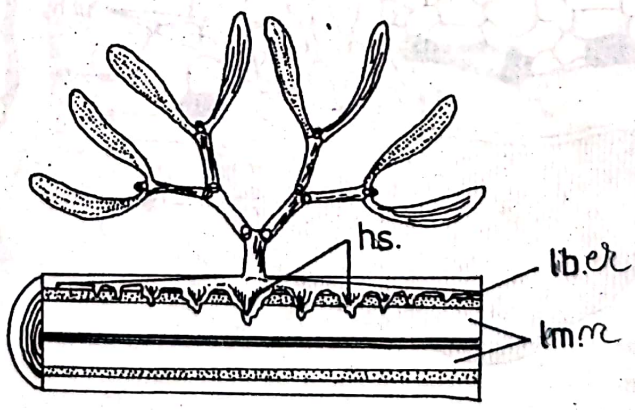


Fig. 20. haustor de *Viscum album*; secţiune longitudinală într-o ramură de ***Populus alba*** (plop)
hs - haustor; **lb** - liber; **lm** - lemn (d. Troll)

Scanned with OKEN Scanner

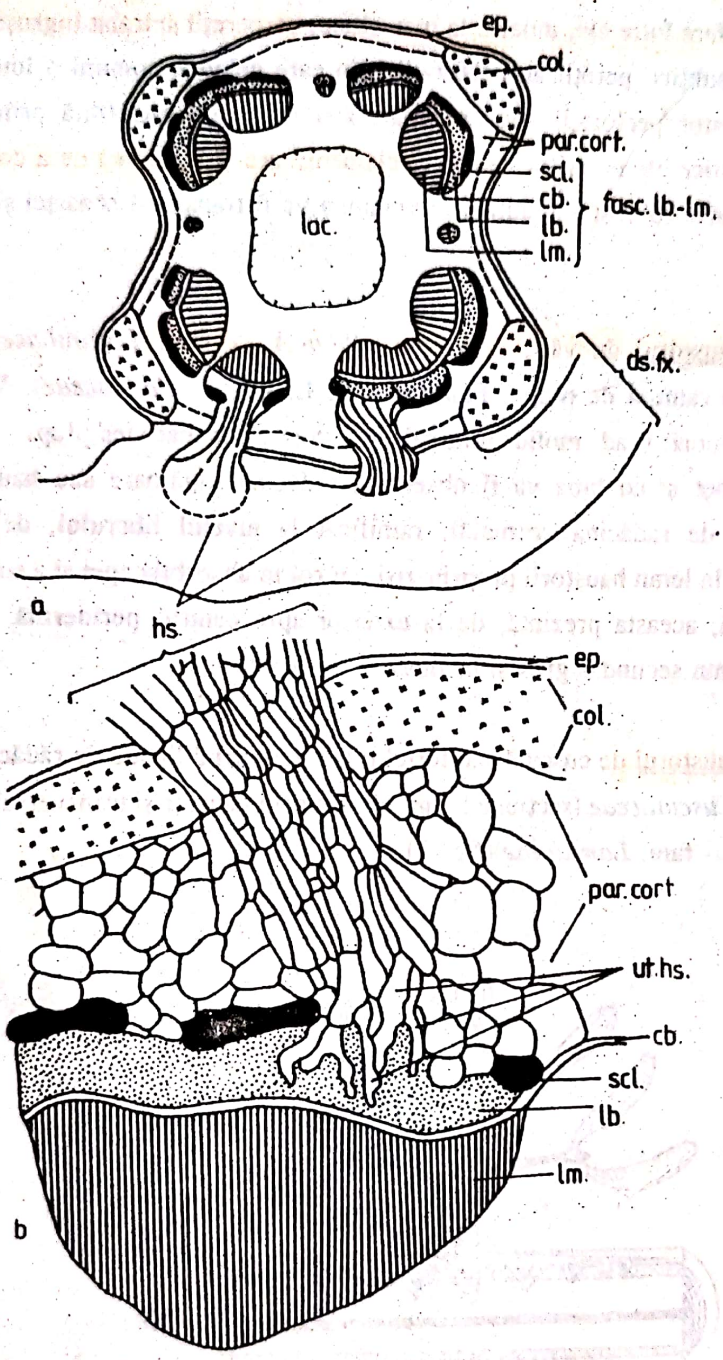


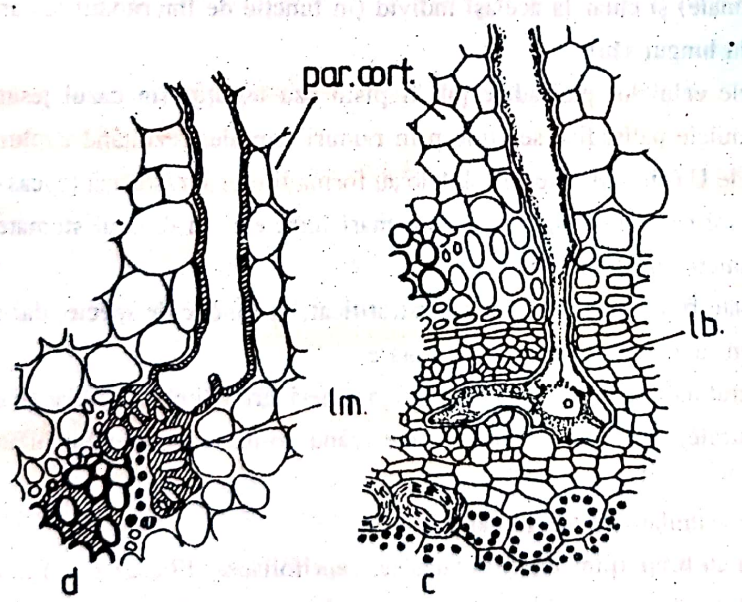
Fig. 21. Haustor de *Cuscuta europaea*; secţiune transversala într-o tulpină de *salvia splendens (a)* şi longitudinală prin haustori (b); c,d. - uriculi haustoriali din liber (c) şi lemn (d):
cb - cambiu; col -colenchim; ds.fx - disc fixator; ep - epiderma; lac - lacună aeriferă; fasc.lb.lm - fascicul libero-lemnos; hs - haustor; lb liber; lm - lemn; par.cort -parenchim cortical; scl - sclerenchim; ut.hs - utriculi haustoriali (a,b - orig., c,d - d. Haberlandt)

Scanned with OKEN Scanner

Cuscuta parazitează diferite specii de plante ierboase, unele de mare interes economic, cum ar fi trifoiul şi lucerna. Planta are tulpină subţire, brun-gălbuie şi rădăcină normală redusă, care dispare de timpuriu, fiind înlocuită de haustori lipsiţi de peri absorbanţi, având valoare de rădăcini adventive (cu origine endogenă) profund metamorfozate. Cuscuta se fixează pe planta parazitată după câteva zile de la germinarea seminţelor; cuprinderea tulpinii plantei-gazdă are loc prin înfăşurarea tulpinii germinative de cuscută în jurul tulpinii parazitate. Urmează apoi fixarea cuscutei de planta-gazdă, cu ajutorul unor ventuze numite apresoare şi cu haustorii care străbat apresoarele şi pătrund în tulpina plantei-gazdă.

Într-o secţiune transversală (de contur pătratic) prin tulpina de jaleş (fig. 21 a), de la exterior spre centru distingem: epiderma, scoarţa (diferenţiată în cordoane de colenchim la colţuri şi parenchim asimilator în rest, stratul cel mai intern reprezentând endoderma) şi cilindrul central (fascicule conducătoare libero-lemnoase de mărime diferită, cu câte un cordon de fibre mecanice la periferia liberului, separate de raze medulare largi; în centrul tulpinii se află o cavitate aeriferă largă, înconjurată de parenchim perimedular). Între liberul şi lemnul fasciculelor conducătoare, dar şi între acestea se află o zonă pluristratificată de ţesut cambial. Liberul prezintă tuburi ciuruite, celule anexe şi puţine celule de parenchim. Lemnul prezintă vase dispuse în şiruri radiare separate de celule de parenchim şi fibre lemnoase.

Fig 21 c,d



Haustorul de cuscută, secţionat longitudinal (fig. 21,b, c, d), ne apare ca un cordon gros, pluricelular (cu elemente de lemn în centru), alcătuit din celule vii, alungite, tubuloase, uşor umflate la vârf, care pătrund mai cu seamă în ţesutul liberian al tulpinii plantei-gazdă, absorbind soluţie de substanţe organice. Unele celule haustoriale pot înainta în măduvă sau în ţesutul lemnos, în ultimul caz ele fiind moarte şi segmentate la vârf. La înaintarea în tulpina gazdă, haustorul sau prelungirea sugătoare pluricelulară produce mai întâi ramuri în scoarţă şi apoi în ţesutul liberian, penetrând adesea cordoanele mecanice perifloemice. Doar celulele din vârful haustorului sunt absorbante, jucând rolul perilor radiculari.

Scanned with OKEN Scanner

4. ŢESUTURI ASIMILATOARE (clorenchimuri)*

Celulele acestor ţesuturi conţin cloroplaste, îndeplinind astfel funcţia de fotosinteză. Ele sunt prezente în toate organele aeriene, la periferia lor, cu condiţia să fie iluminate: tulpini ierboase, tulpini lemnoase tinere, rădăcini acvatice şi aeriene, unele piese florale, fructe crude, dar mai ales frunze, organe specializate pentru funcţia de fotosinteză. Când frunzele sunt reduse sau metamorfozate, numai tulpina are clorenchim (multe ciperacee, juncacee, cactacee, euforbiacee cactiforme, unele liliacee ş. a).

Ţesuturile asimilatoare sunt formate din celule vii, cu pereţi subţiri, celulozici, cu cloroplaste şi spaţii aerifere între ele.

- Cele mai răspândite şi mai adaptate celule pentru îndeplinirea funcţiei de fotosinteză sunt cele palisadice, de formă cilindrică sau prismatică, perpendiculare pe epidermă, cu multe cloroplaste şi cu spaţii aerifere strâmte între ele; rareori sunt paralele cu epiderma (ghiocel, gladiolă, stânjenel ş.a). Raportul lungime/lăţime al celulelor palisadice prezintă valori variind de la 1/1 (ştir, păpădie, ricin) până la 19/1 (paltin de munte). Lungimea celulelor palisadice variază de la specie la specie, în cadrul aceleiaşi specii (în funcţie de condiţiile staţionale) şi chiar la acelaşi individ (în funcţie de internodul la care se inseră frunză) ori la acelaşi organ (în lungul său).

Pereţii de la capetele celulelor palisadice pot fi plani sau ascuţiţi (în cazul ţesutului palisadic pluristratificat). Uneori celulele palisadice se ating prin ramuri laterale, rezultând cupluri de forma literei H (soc, ciumăfaie) sau de U (viorea); alteori celulele au forma literei T răsturnat (cycas) sau formă de pâlnie (măcriş, tisă), în care caz rămân spaţii aerifere mari între ele. În dreptul stomatelor, ţesutul palisadic este întrerupt de camere substomatice.

Ţesutul palisadic poate fi unistratificat sau pluristratificat, în funcţie de specie, dar şi la aceeaşi specie ori la acelaşi organ, în funcţie de gradul de iluminare.

În mod obişnuit ţesutul palisadic este localizat la faţa superioară a limbului foliar (frunze bifaciale heterofaciale sau dorsiventrale), mai rar la ambele feţe (când frunzele se numesc bifaciale izofaciale (garoafă, narcisă).

- Dintre alte tipuri de celule asimilatoare menţionăm:

- celule septate sau cu braţe (pin, multe solanacee, caprifoliacee, liliacee ş. a.) în care caz suprafaţa peretelui , deci spaţiul de dispunere a cloroplastelor, creşte până la 50 %;

- celule ale tecilor clorofiliene, dispuse radiar în jurul fasciculelor conducătoare

* În mod detaliat aceste ţesături vor fi analizate atunci când ne vom ocupa de structura frunzei şi a tulpinii

Scanned with OKEN Scanner

(chenopodiacee, cyperacee, graminee);

- **celule asimilatoare izodiametrice,** ca în fruzele, sepalele şi bracteile de la multe graminee, liliacee, labiate, unele plante acvatice;

- **celule ale parenchimului lacunos,** izodiametrice până la puternic ramificate, uneori alungite paralel cu epiderma şi cu spaţii aerifere mari între ele (lacune), caracterizând ţesutul lacunos al frunzelor şi scoarţa unor tulpini ierboase;

- **celule epidermice asimilatoare** (la multe plante acvatice submerse);

- **celule epidermice septate** (la unele ferigi: ***Adianthum, Asplenium***).

▲ Ţesut palisadic sub ambele epiderme şi ţesut lacunos la mijlocul frunzei de ***Narcissus poëticus*** **L.** - fam. *Amaryllidaceae* (secţiune transversală)(fig. 22).

Sub ambele epiderme se află câte un strat de celule palisadice joase şi între ele 6 - 10 straturi de ţesut lacunos relativ compact, la mijloc cu celule mari, rotunjite, ce lasă între ele spaţii aerifere relativ mici.

Celulele epidermice sunt izodiametrice sau uşor înalte, peretele lor extern fiind relativ gros, cutinizat şi proeminând sub forme unor monticuli mediani.

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme şi prezintă cameră suprastomatică.

▲ Celule palisadice septate în frunza de soc - ***Sambucus nigra*** **L.** - fam. *Caprifoliaceae* (sectiune transversală)(fig. 23 a).

Ţesutul palisadic este unistratificat, cu celule relativ înalte, perpendiculare pe epiderma superioară. Printre celulele palisadice obişnuite se observă şi unele cu câte un septum la faţa lor externă.

Ţesutul lacunos este pluristratificat, cu celule rotunjite.

Celulele epidermice sunt alungite tangenţial şi acoperite de o cuticulă subţire.

▲ Celule septate în frunza de pin - ***Pinus sylvestris*** **L.** - fam. *Pinaceae* (sectiune transversală)(fig. 23 b)

Mezofilul este omogen, format din celule septate. Celulele au mai multe septumuri, de adâncime diferită. În mezofil se observă canale secretoare.

Celulele epidermice sunt izodiametrice, cu toţi pereţii foarte îngroşaţi, cel extern fiind cutinizat şi cerificat. Sub epidermă sunt vizibile celule mecanice, ce alcătuiesc o hipodermă discontinuă.

Stomatele se află sub nivelul epidermei, rezultând astfel camere suprastomatice.

▲ Celule palisadice în formă de pâlnie în frunza de măcriş de pădure - ***Oxalis acetosella***

Scanned with OKEN Scanner

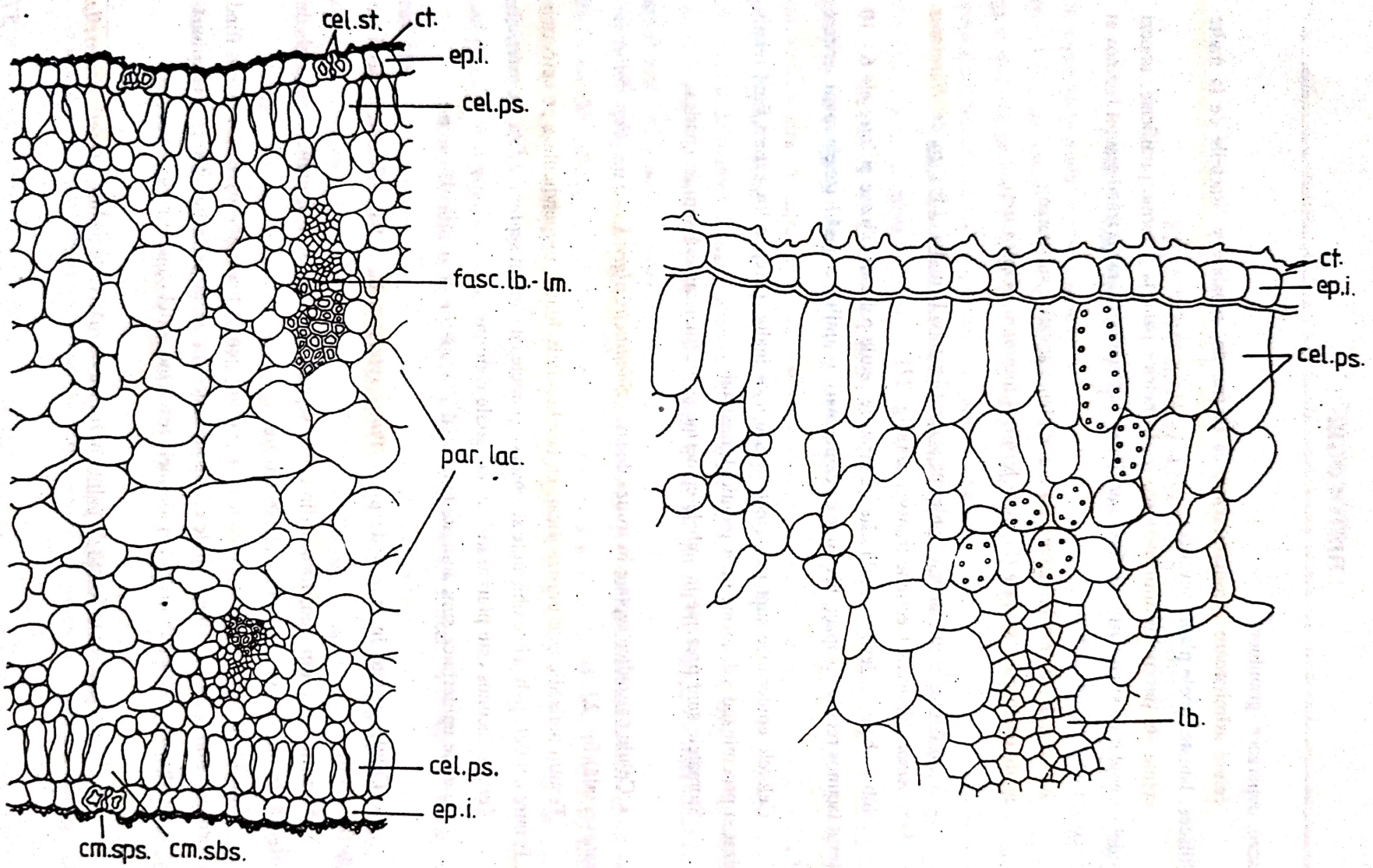


Fig. 22. Celule asimilatoare, la *Narcissus poeticus*; secțiune transversală prin limbul foliar:
cel - celule (**ps** - palisadice; **st** - stomatice);**cm** - cameră (**sb** substomatică; **sp** - suprastomatică); **ct** - cuticulă, **ep.i** - epidermă inferioară; **fasc.lb lm** - fascicul libero-lemnos; **mz.lc** - mezofil lacunos (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

L. - fam. *Oxalidaceae* (secţiune transversală)(fig. 24 a). Este o plantă de umbră.

Celulele palisadice sunt foarte joase, în formă de pâlnie, cu baza sprijinită de epiderma superioară şi lăsând între ele spaţii aerifere mari.

Ţesutul lacunos, bi-sau tristratificat, are celulele foarte mici, alungite tangenţial.

Celulele epidermice sunt foarte mari, izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, cu peretele extern subţire şi foarte slab cutinizat, realizând un ţesut protector şi acvifer în acelaşi timp.

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme, proeminând uşor deasupra acestora.

▲ Celule de parenchim lacunos în frunza de sârmuliţă - ***Vallisneria spiralis*** **L.**- fam. *Hydrocharitaceae* (secţiune transversală)(fig. 25). Este o plantă acvatică, submersă.

Mezofilul, în totalitate lacunos, este format din celule rotunjite, ce lasă între ele camere aerifere mari.

Celulele epidermice sunt foarte mici, cu toţi pereţii foarte subţiri, necutinizaţi şi conţin cloroplaste. Stomatele lipsesc.

Scanned with OKEN Scanner

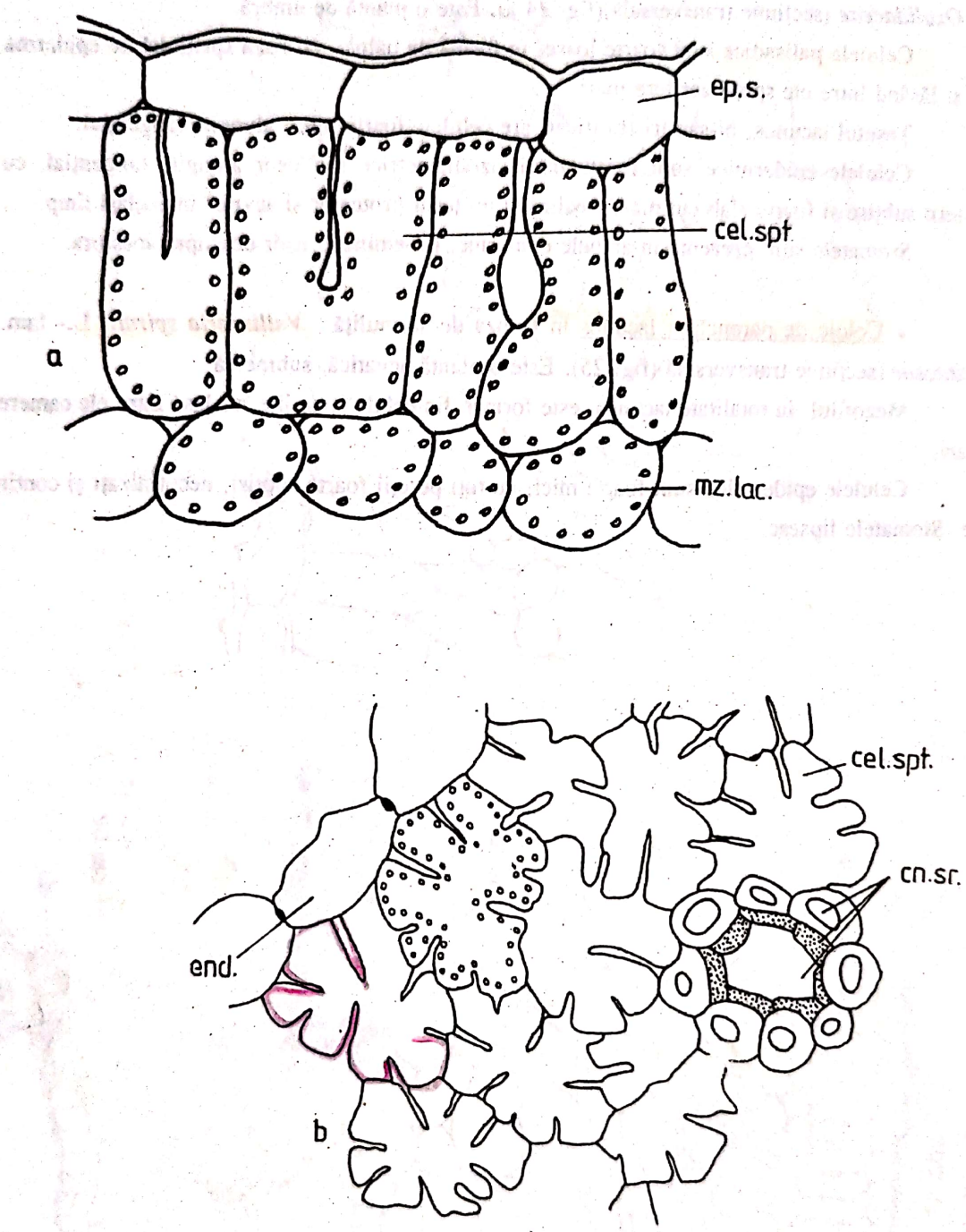


Fig. 23. Celule asimilatoare, la *Sambacus nigra* (a) şi *Pinus silvestris* L. (b); secţiune transversală prin limbul foliar: **cel.spt** - celule septate; **cn.sr** - canal secretor; **end** - endodermă; **ep** - epidermă superioară; **mz.lac** - mezofil lacunos (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

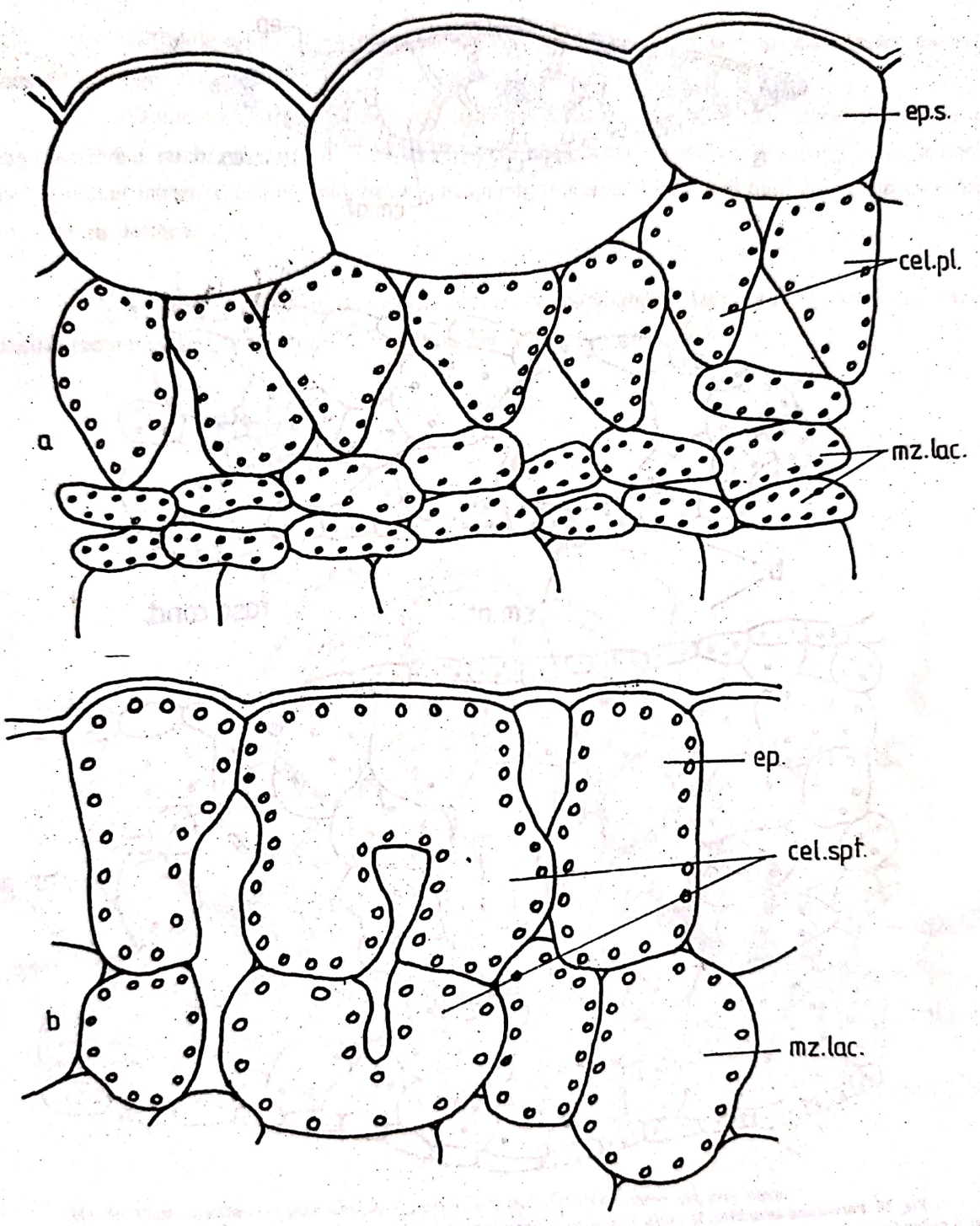
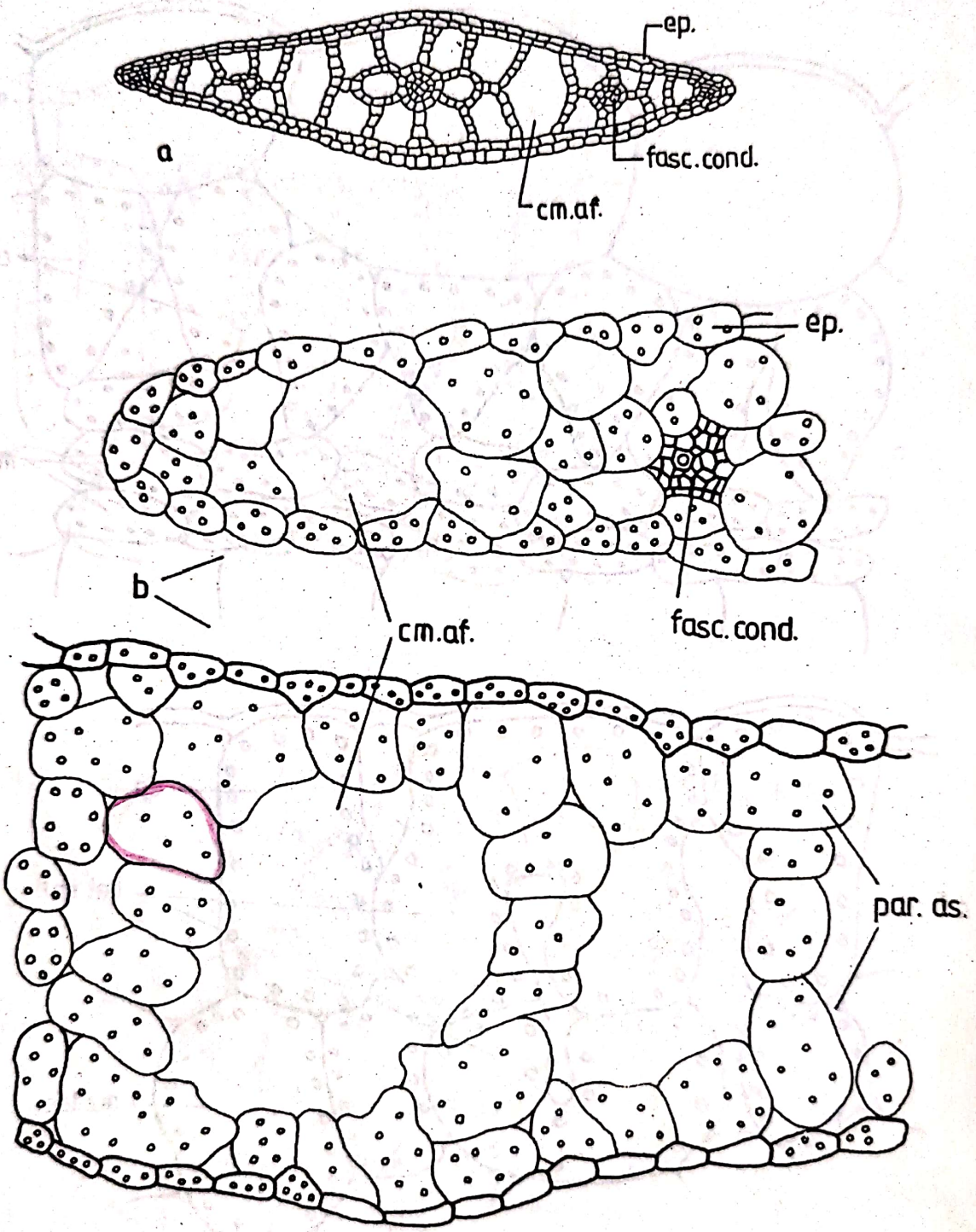


Fig. 24. Celule asimilatoare,la *Oxalis acetosella* (a), *Asplenium ruta muraria* (b); secțiune transversală prin limbul foliar:
cel - celule (pl - în formă de pălnie; spt - septate); ep.s - epidermă superioară; mz.lac - mezofil lacunos (orig.)

Scanned with OKEN Scanner



la microscop

Fig. 25. Parenchim asimilitor, la *vallisneria spiralis;* secțiune transversală prin limbul foliar: **a** - ansamblu; **b** - detalii de la margine (sus) și mijloc (jos):
cm.af - camere aerifere; **ep** - epiderma; **fasc.cond** - fascicul conducător; **par.as** - parenchim asimilator lacunos (a - d. Poplavskaia; b - orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ Celule epidermice septate în frunza de ruginiţă sau feriguţa de stâncă - ***Asplenium ruta - muraria* L.** - fam. *Polypodiaceae* (sectiune transversală)(fig. 24 b).

Celulele epidermice sunt mari, cu peretele extern puţin îngroşat), unele având câte un septum în peretele intern; alteori sunt depărtate unele de altele, lăsând astfel spaţii aerifere mari. În unele cazuri, septumul intern al celulei epidermice corespunde septumului extern al unor celule din mezofilul omogen de tip lacunos.

▲ Celule palisadice în scoarţa tulpinii se sparanghel - ***Asparagus officinalis L.*** - fam. *Liliaceae* (sectiune transversală)(fig. 26) - Planta are frunze transformate în spini.

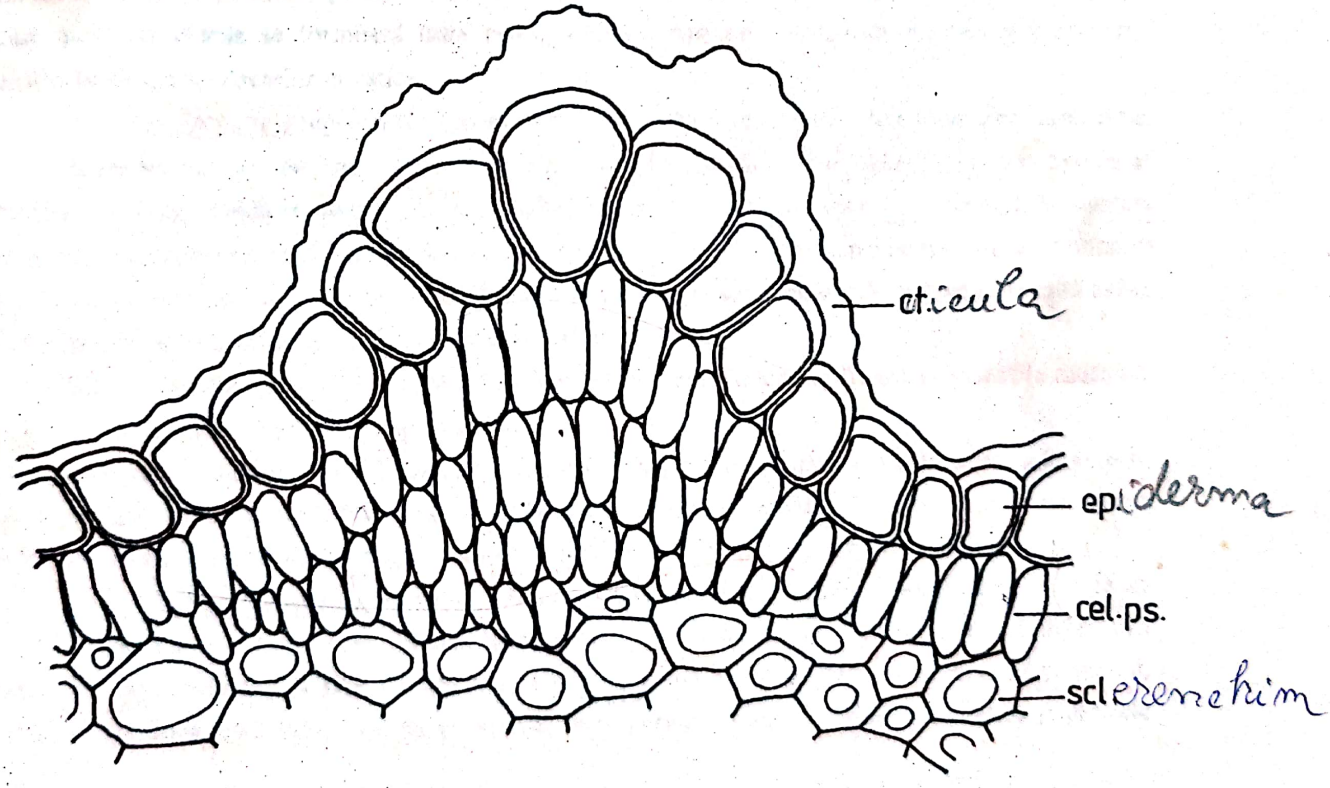


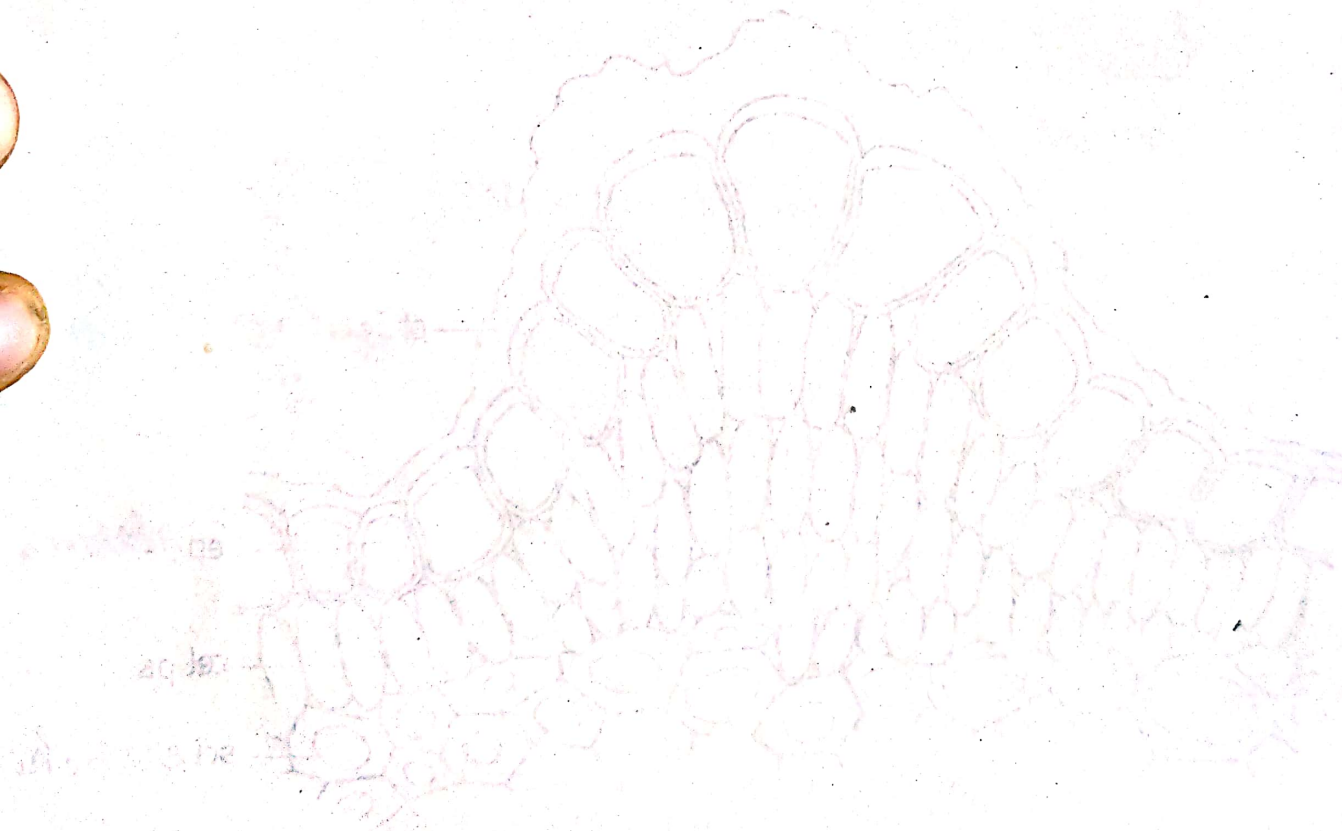
Fig. 26. Celule asimilatoare palisadice, la *Asparagus officinalis*; secţiune transversală prin tulpină.
cel.ps - celule palisadice; **ct** - cuticulă; **ep** - epidermă; **scl** - sclerenchim (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

În secţiune transversală prin tulpina principală, asimilatoare, de la exterior spre centrul tulpinii distingem: epiderma (fără stomate), scoarţa (diferenţiată în ţesut palisadic la exterior şi parenchim la interior) şi cilindrul central (cuprinzând un periciclu sclerenchimatic pluristratificat, endodermă, parenchim fundamental şi fascicule conducătoare libero - lemnoase..

Ţesutul palisadic este format din 3 - 4 straturi de celule relativ înalte, cu capetele ascuţite şi bogate în cloroplaste.

Celulele epidermice au peretele extern vizibil îngroşat şi cutinizat.



Scanned with OKEN Scanner

5. ŢESUTURI ŞI FORMAŢIUNI AERIFERE

a. Aerenchimul reprezintă totalitatea spaţiilor cu aer* din organele plantelor. Spaţiile cu aer pot fi: **meaturi** - canalicule foarte strâmte, triunghiulare sau romboidale în secţiune transversală, mult mai mici decât celulele între care se află (prezente în toate parenchimurile: cortical, liberian, lemnos, palisadic, de depozitare); **lacune** - spaţii aerifere izodiametrice, obişnuit mai mari decât celulele între care se află (prezente în ţesutul lacunos al frunzei, în parenchimul cortical al unor rădăcini şi tulpini); **canale** - spaţii lungi, mai largi ca lacunele, mărginite de mai multe celule (prezente în organele axiale ale plantelor acvatice şi palustre, putând fi continue sau întrerupte de diafragme; în măduva tulpinii de rugină, astfel de canale se formează între celule stelate); **camere** - spaţii izodiametrice foarte largi (prezente în frunzele plantelor acvatice).

b. Stomatele reprezintă formaţiuni aerifere alcătuite din două celule stomatice (reniforme, mai rar halteriforme) ce lasă între ele o deschidere numită ostiolă**. Prin aparat stomatic trebuie să înţelegem stomata, celulele anexe, camera substomatică şi celulele care o delimitează, camera suprastomatică (când există). Stomatele înlesnesc schimburile de gaze în procesul de respiraţie, eliminarea apei sub formă de vapori în procesul de transpiraţie şi fac fotosinteză (zaharurile simple ce rezultă având rol în mişcările de închidere şi deschidere a stomatelor).

Obişnuit, stomatele se află în epiderma organelor aeriene, îndeosebi frunze şi lipsesc la rădăcină, organele unor saprofite şi plante acvatice submerse.

La frunză, stomatele pot fi localizate în epiderma superioară (frunze epistomatice, ca la nuferi), în epiderma inferioară (frunze hipostomatice, ca la cele mai multe plante) sau în ambele epiderme (frunze amfistomatice, ca la multe leguminoase, labiate, crucifere, cariofilacee, graminee ş. a).

Celulele stomatice sunt vii, cu citoplasmă parietală, nucleu, cloroplaste, granule de amidon, vacuolă ş. a. Pereţii sunt de mai multe feluri: extern (cutinizat), intern, dorsal (adesea mai subţire) şi ventral (adesea mai gros şi cutinizat), acesta din urmă formând două creste: externă şi internă; în plus, există două articulaţii, externă şi internă, între peretele dorsal al celulei stomatice şi peretele

---

* acestea vor fi observate cu prilejul analizei structurii diferitelor ţesuturi şi organe

** aspectul lor pe secţiuni (deci văzute din faţă) a fost observat când ne-am ocupat de structura epidermei

Scanned with OKEN Scanner

celulei anexe.

Celulele anexe, uneori diferite de celulele epidermice obişnuite, sunt în număr de 2 (graminee, ciperacee, cariofilacee), 3 (crucifere) sau 4, câte 2 pe flancurile stomatei (*Hakea*) sau de jur împrejurul stomatei (*Zebrina, Tradescantia*), localizate la nivelul celulelor stomatice sau mai sus (*Agave, Pinus*).

La plantele ce cresc în locuri cu umiditate normală, stomatele se găsesc la nivelul celulelor epidermice; la cele din locuri cu umiditate exesivă, stomatele proemineză deasupra epidermei; la cele din locuri uscate (xerofite) stomatele se află sub nivelul extern al epidermei (stânjenel, narcisă) sau chiar sub nivelul general al acesteia (*Agave, Pinus*).

▲ Stomatele la frunza de piciorul cocoşului târâtor - *Ranunculus repens* L. - fam. *Ranunculaceae* (secţiune transversală)(fig. 27).

Frunzele sunt penat- divizate şi amfistomatice, frecvenţa stomatelor fiind mai mare în epiderma inferioară.

Stomatele proemineză uşor deasupra epidermei, celulele lor având pereţii extern şi intern foarte îngroşaţi, crestele externă şi internă fiind foarte vizibile. Lumenul celulelor stomatice are formă triunghiulară, cu baza spre peretele dorsal (subţire). Stomatele sunt mărginite de câte două celule epidermice obişnuite foarte mari, nu de celule anexe de tip special. Camera substomatică este mare, delimitată de celule ale parenchimului asimilator (palisadic sau lacunos).

▲ Stomatele la frunza de stânjenel - *Iris germanica* L. - fam. *Iridaceae* (secţiune transversală)(fig. 28).

Frunzele sunt ensiforme şi amfistomatice (ambele feţe având epidermă inferioară).

Stomatele se află sub nivelul extern al celulelor epidermice, rezultând astfel camere suprastomatice. Celulele stomatice au toţi pereţii îngroşaţi, dar mai cu seamă cel ventral (spre ostiolă), crestele externe fiind foarte vizibile; lumenul este ovat-piriform, cu vârful spre camera suprastomatică. Stomatele sunt mărginite de câte două celule epidermice obişnuite, nu de celule anexe de tip special. Camera substomatică este delimitată de celule ale parenchimului asimilator omogen.

Celulele epidermice au peretele extern gros şi acoperit de o cuticulă groasă, care se continuă şi pe peretele ventral al celulelor stomatice.

▲ Stomatele la frunza de pin - *Pinus sylvestris* L. - fam. *Pinaceae* (secţiune transversală)(fig. 29).

Frunzele sunt aciculare şi amfistomatice, de formă semicirculară în secţiune transversală,

Scanned with OKEN Scanner

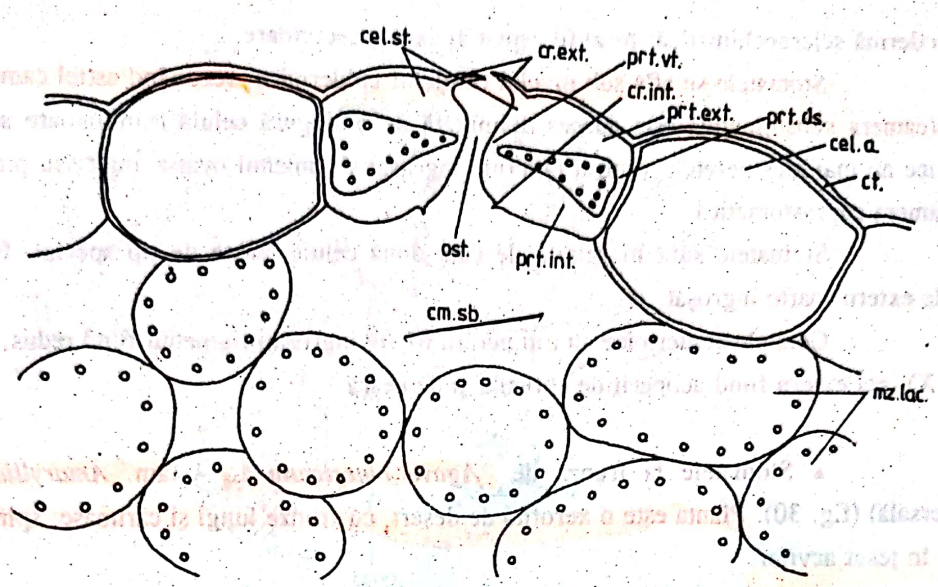


Fig. 27. Stomată, la *Ranunculus repens*: secțiune transversală prin limbul foliar:
cel - celulă (**a** - anexă; **st** - stomatică); **cm.sb** - cameră substomatică; **cr** - creastă (**ext** - externă; **int** - internă); **ct** - cuticulă; **mz. lac** - mezofil lacunos; **ost** - ostiolă; **prt** - perete (**ext** - extern; **ds** - dorsal; **vt** - ventral) (orig.)

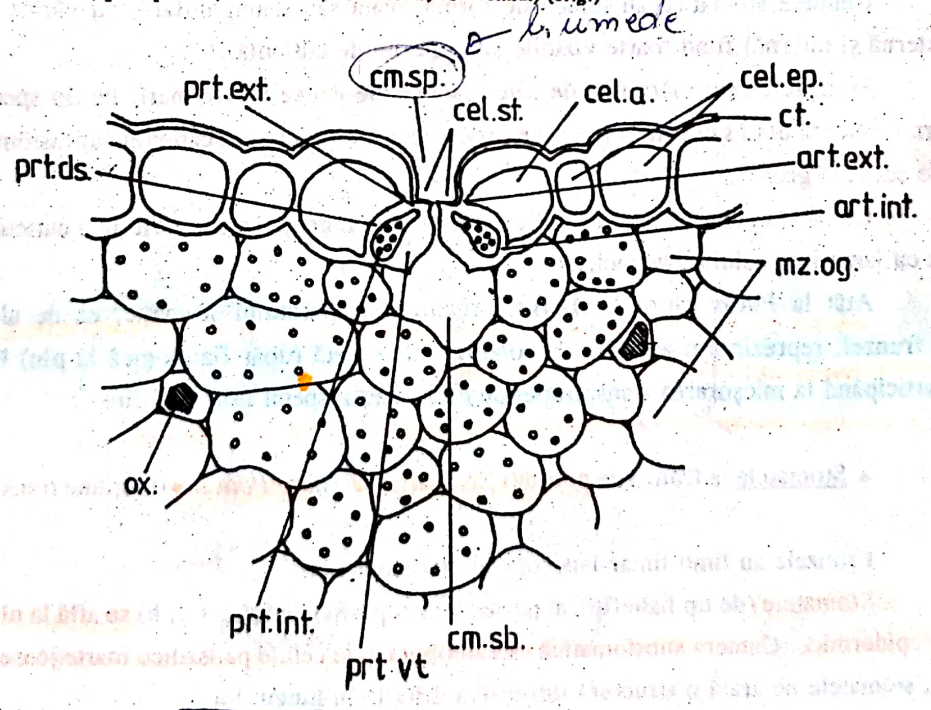


Fig. 28. Stomată, la *Iris germanica*: secțiune transversală prin limbul foliar:
art - articulație (**ext** - externă; **int** - internă); **cel** - celulă (**a** -anexă, **ep** - epidermică, **st**- stomatică) **cm** -. cameră (**sb** - substomatică; **sp** suprastomatică); **ct** - cuticulă; **mz.og** - mezofil omogen; **ox**- cristal de oxalat de calciu; **prt** - perete (**ds** - dorsal; **ext** - extern; **int** - intern; **vt** - ventral)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

cu hipodermă sclerenchimatică, mezofil septat şi canale secretoare.

Stomatele se află sub nivelul celulelor epidermice, rezultând astfel camere substomatice adânci(camera substomatică este adesea delimitată de o singură celulă asimilatoare septată). Celulele stomatice au mai ales peretele ventral puternic îngroşat şi lumenul ovat-alungit sau piriform, cu vârful spre camera suprastomatică.

Stomatele sunt marginite de câte două celule anexe de tip special, foarte mari şi cu peretele extern foarte îngroşat.

Celulele epidermice au toţi pereţii foarte îngroşaţi (lumenul fiind redus, adesea de forma literei X), cel extern fiind acoperit de cuticulă şi de ceară.

▲ Stomatele la frunza de *Agave americana* L. - fam. *Amaryllidaceae* (secţiune transversală) (fig. 30). Planta este o xerofită de deşert, cu frunze lungi şi cărnoase, spinoase pe margini bogate în ţesut acvifer.

Stomatele se află mult sub nivelul extern al celulelor epidermice, rezultând astfel camere suprastomatice foarte adânci şi strâmte. Camera substomatică, de asemenea strâmtă, este foarte adâncă şi delimitată de celule palisadice ale parenchimului asimilator.

Celulele stomatice au lumen de formă ovată sau triunghiulară, cu vârful spre ostiolă, crestele (externă şi internă) fiind foarte vizibile şi acoperite de cuticulă.

Stomatele sunt mărginite de câte două celule anexe foarte mari, de tip special, al căror perete extern formează unul sau câteva pliuri ce proeminează în interiorul camerei suprastomatice şi sunt acoperite de cuticulă groasă.

Celulele epidermice au peretele extern foarte îngroşat şi acoperit de o cuticulă groasă, ce se continuă cu lame intercelulare adânci.

Atât la *Pinus* cât şi la *Agave*, organizarea aparatului stomatic, ca de altfel întreaga structură a frunzei, reprezintă o adaptare la condiţiile de secetă (doar fiziologică la pin) în care cresc plantele, participând la micşorarea transpiraţiei de către aceste specii tipic xerofite.

▲ Stomatele la frunza de porumb *Zea mays* L. - fam. *Poaceae* (secţiune transversală)(fig. 31)

Frunzele au limb liniar-lanceolat şi amfistomatic.

Stomatele (de tip halteriform pe secţiuni superficiale fig. 31 a, b) se află la nivelul extern al celulelor epidermice. Camera substomatică este delimitată de celule palisadice foarte joase. Secţionate transversal, stomatele ne arată o structură întrucâtva diferită în lungul lor:

- în dreptul capetelor umflate, toţi pereţii celulelor stomatice şi ai celulelor anexe

Scanned with OKEN Scanner

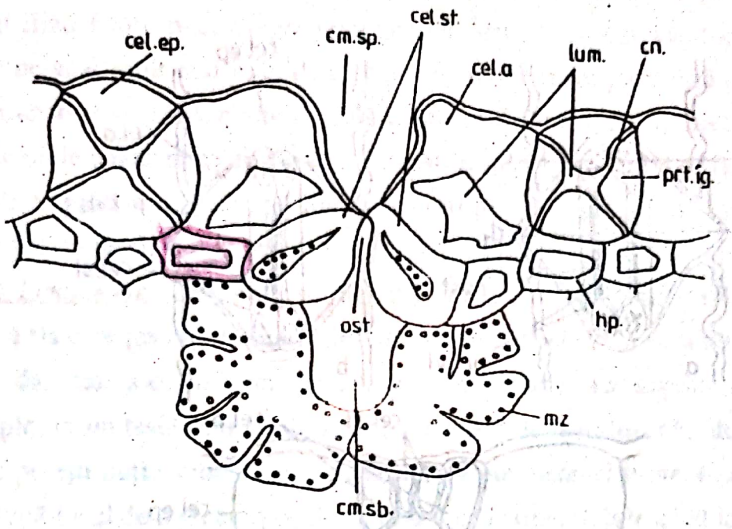


Fig. 29. Stomată, la *Pinus silvestris*, secțiune transversală prin limbul foliar:
cel - celulă (a - anexă; ep - epidermică, st - stomatică); cm - cameră (sb - substomatică; sp - suprastomatică); cn - canalicul; hp - hipoderm; lum - lumen; mz - mezofil cu celule septate; ost - ostiolă; prt.ig - perete îngroșat (orig.)

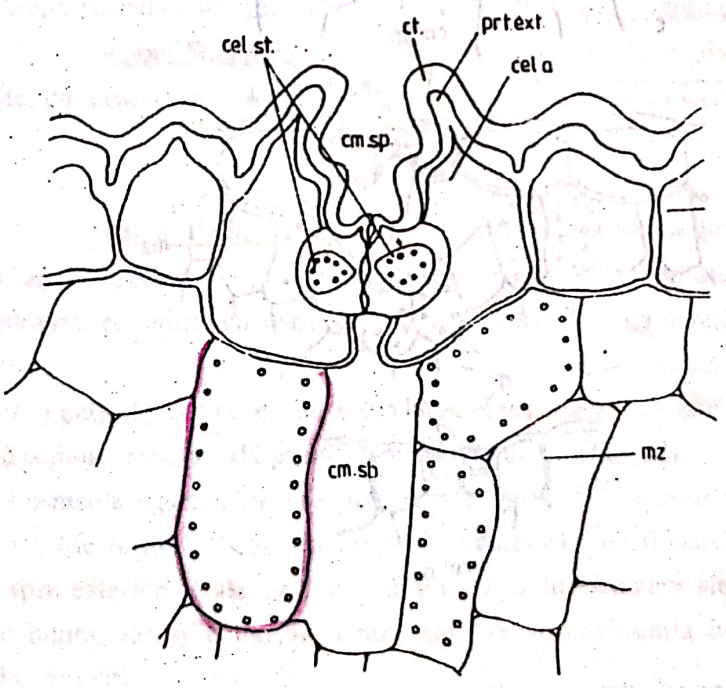


Fig. 30. Stomată, la *Agave americana*, secțiune transversală prin limbul foliar:
cel - celulă (a - anexă, ep - epidermică, st - stomatică); cm - cameră (sb - substomatică: sp - suprastomatică); ct - cuticulă; mz - mezofil; prt.ext - perete extern (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

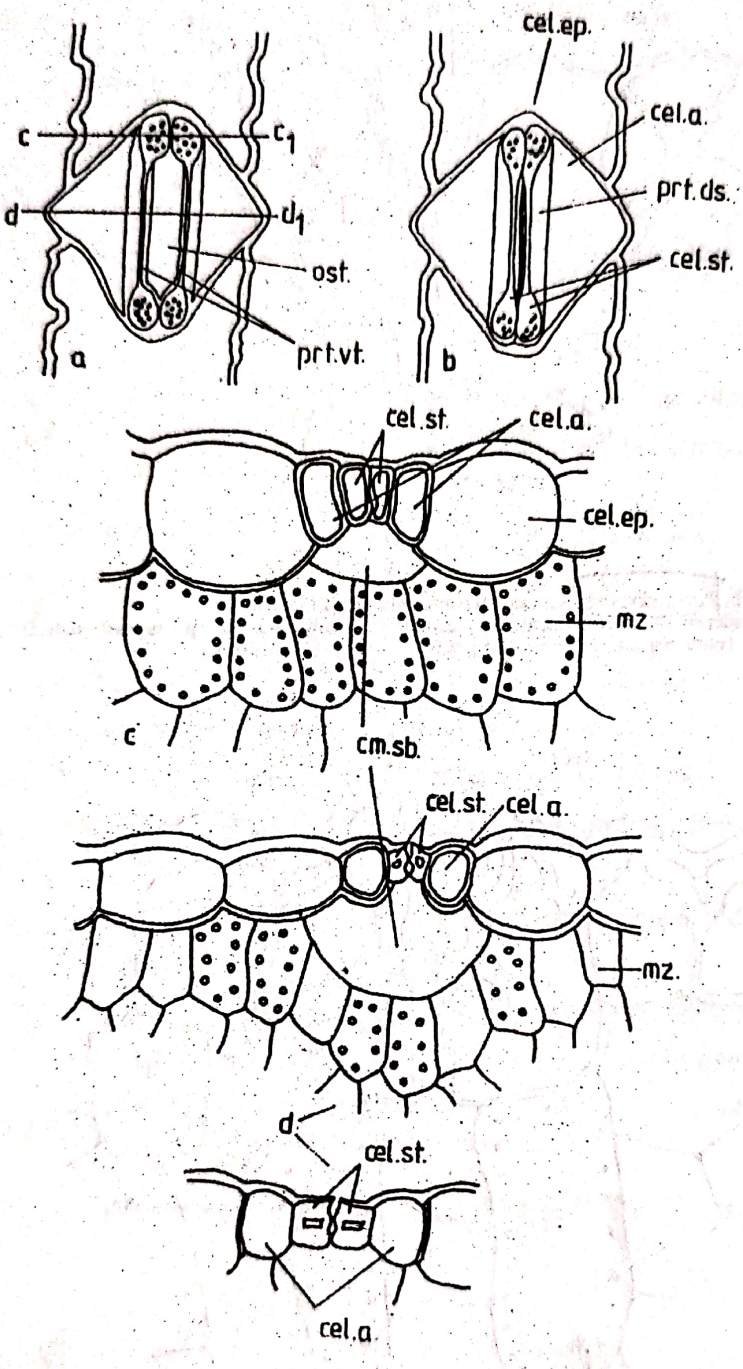


Fig. 31. Stomată, la *Zea mays*;; secțiune superficială (a, b) și transversală (c. d) prin limbul foliar; (a) stomata deschisă; (b) stomată închisă; cc_1, dd_1 - nivelul secțiunilor transversale (c, d)
cel - celulă; (a -.anexă; ep - epidermică; st - stomatică); cm.sb - cameră substomatică; mz - mezofil:; prt - perete (ds - dorsal; vt -

Scanned with OKEN Scanner

central)(orig.)sunt relativ subţiri, iar ostiola nu se observă (fig. 31 a-a_1)

- în dreptul porţiunii înguste, mediane, toţi pereţii celulelor stomatice sunt îngroşaţi (lumenul fiind foarte mic, dreptunghiular) iar ostiola se observă (fig. 31 B-B_1); la acest nivel celulele stomatice ne apar mult mai mici decât celulele anexe (care pastrează pereţi subţiri).

Stomatele sunt mărginite de câte două celule anexe de tip special.

Celulele epidermice au peretele extern foarte îngroşat şi lignificat; în dreptul stâlpilor de sclerenchim, celulele epidermice sunt mai mici şi cu toţi pereţii îngroşaţi. În epiderma superioară se află şi grupe de celule foarte mari, buliforme.

c. Lenticelele reprezintă formaţiuni aerifere proprii îndeosebi tulpinilor lemnoase cu structură secundară (la care ţesutul de protecţie este suberul), având rol în schimbul de gaze dintre plantă şi mediul extern, dar mai ales în eliminarea vaporilor de apă. La nivelul lenticelelor, felogenul nu formează suber tipic, ci un ţesut extrem de lax numit **ţesut de umplutură**, alcătuit din celule moarte la maturitate, dar cu pereţii puţin suberificaţi, ce lasă între ele meaturi pline de aer.

După locul de formare pot fi: **primare** sau **superficiale** când iau naştere foarte devreme, înaintea peridermei (îndeosebi la tulpină), sub o stomată şi **secundare** sau **profunde** când iau naştere mai târziu, atunci şi acolo când cele primare au dispărut o dată cu suberul exfoliat; deci formarea peridermei profunde (îndeosebi la rădăcină) şi a lenticelei este simultană.

După structura lor generală se cunosc două tipuri de lenticele:

- tipul *Sambucus*: lenticela este formată exclusiv din ţesut de umplutură: straturi de celule rotunjite, cu meaturi între ele, cu pereţi uşor suberificaţi spre exteriorul lenticelei şi cu lumenul plin de tanin;

Fig. 32 a

- tipul *Prunus - Cerasus*: lenticela este formată din lame subţiri de celule suberoase tipice, separate de straturi de celule ale ţesutului de umplutură, rotunjite, cu spaţii aerifere mari între ele şi cu pereţi nesuberificaţi.

▲ Lenticele la tulpina de soc - *Sambucus nigra* L.- fam. *Caprifoliaceae* (secţiune transversală printr-o ramură de un an)(fig. 32).

Formarea lenticelelor este superficială, având loc pe seama felogenului; acesta (de formă concavă în dreptul stomatelor), funcţionând bifacial, va da spre exterior celule care se vor diferenţia în elemente ale ţesutului de umplutură, iar spre interior celule care se vor diferenţia în elemente ale felodermului.

Ţesutul de umplutură este format în cea mai mare parte din celule cu pereţii

Scanned with OKEN Scanner

nesuberificaţi; spre sfârşitul perioadei de vegetatie se formează 3 - 5 straturi de celule mai strâns unite între ele, cu pereţi suberificaţi şi cu tanin (de unde culoarea brună a lenticelelor). Pe măsură ce se îndepărtează de felogen, celulele cele mai vechi ale ţesutului de umplutură se exfoliază.

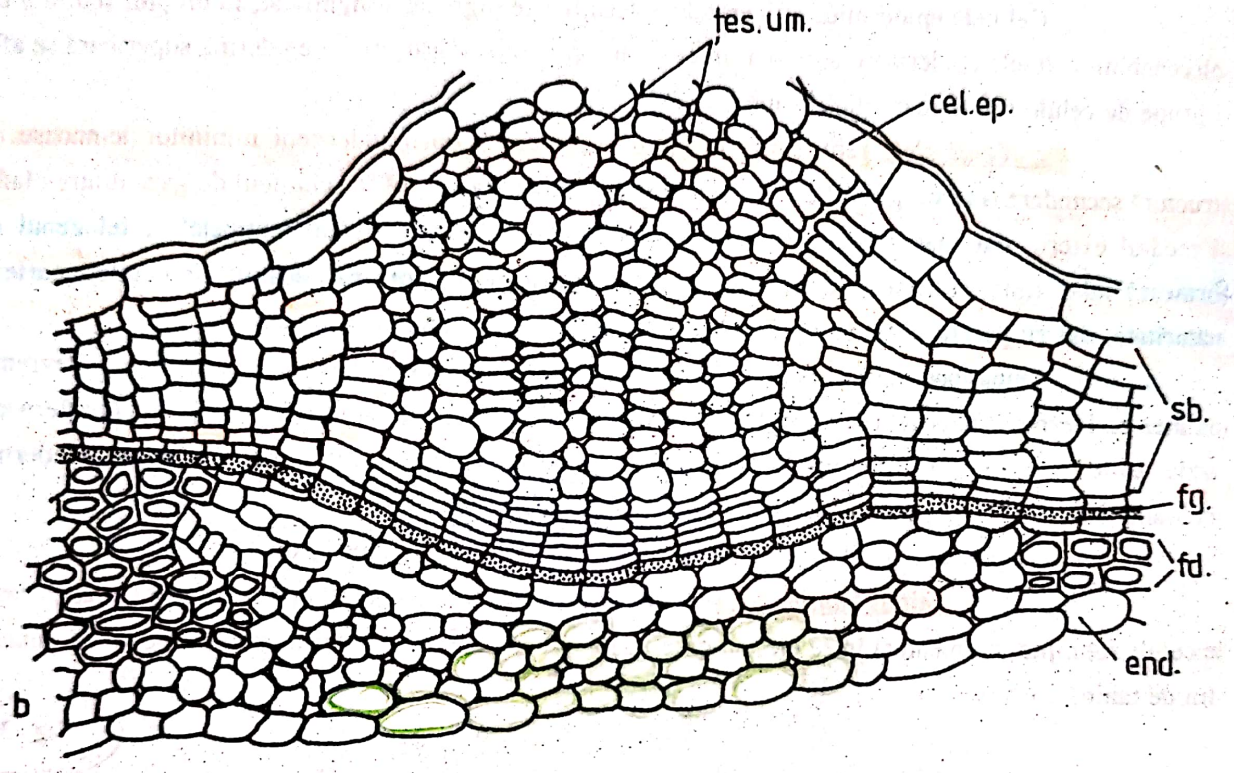


Fig. 32. lenticelă, la *Sambucus nigra*; fragment dintr-o ramură (a) şi secţiune transversala în dreptul unei lenticele (b): **cel.ep** - celulă epidermică; **end** - endoderma; **fd** - feloderm; **fg** - felogen; **lt** - lenticelă; **ţes.um** - ţesut de umplutură (orig.)

▲ Lenticele la tulpina de cireş - ***Prunus avium* L.** - fam. *Rosaceae* (secţiune transversală printr-o ramură de un an)(fig. 33).

Felogenul produce alternativ, în cursul aceluiaşi sezon de vegetatie, paturi mai groase (3 - 5 straturi) de celule rotunjite, cu pereţi nesuberificaţi (ce alcătuiesc ţesutul de umplutură propriu-zis) şi pături mai subţiri (1 - 2 straturi) de celule cu pereţi suberificaţi (numite încă şi straturi intercalare, lame suberoase sau de închidere), toate alcătuind în sens larg ţesutul de umplutură al lenticelei.

Lama de închidere cea mai internă, respectiv cea mai recent formată, este aproximativ

Scanned with OKEN Scanner

plană; lamele următoare, mai periferice, sunt din ce în ce mai bombate sub presiunea complexelor de umplutură, formate mai cu seamă în planul median al lenticelei; lamele cele mai externe sunt rupte şi răsfrânte pe cele două părţi, ca două benzi şi astfel celulele ţesutului de umplutură dintre lamele suberoase rupte se exfoliază.

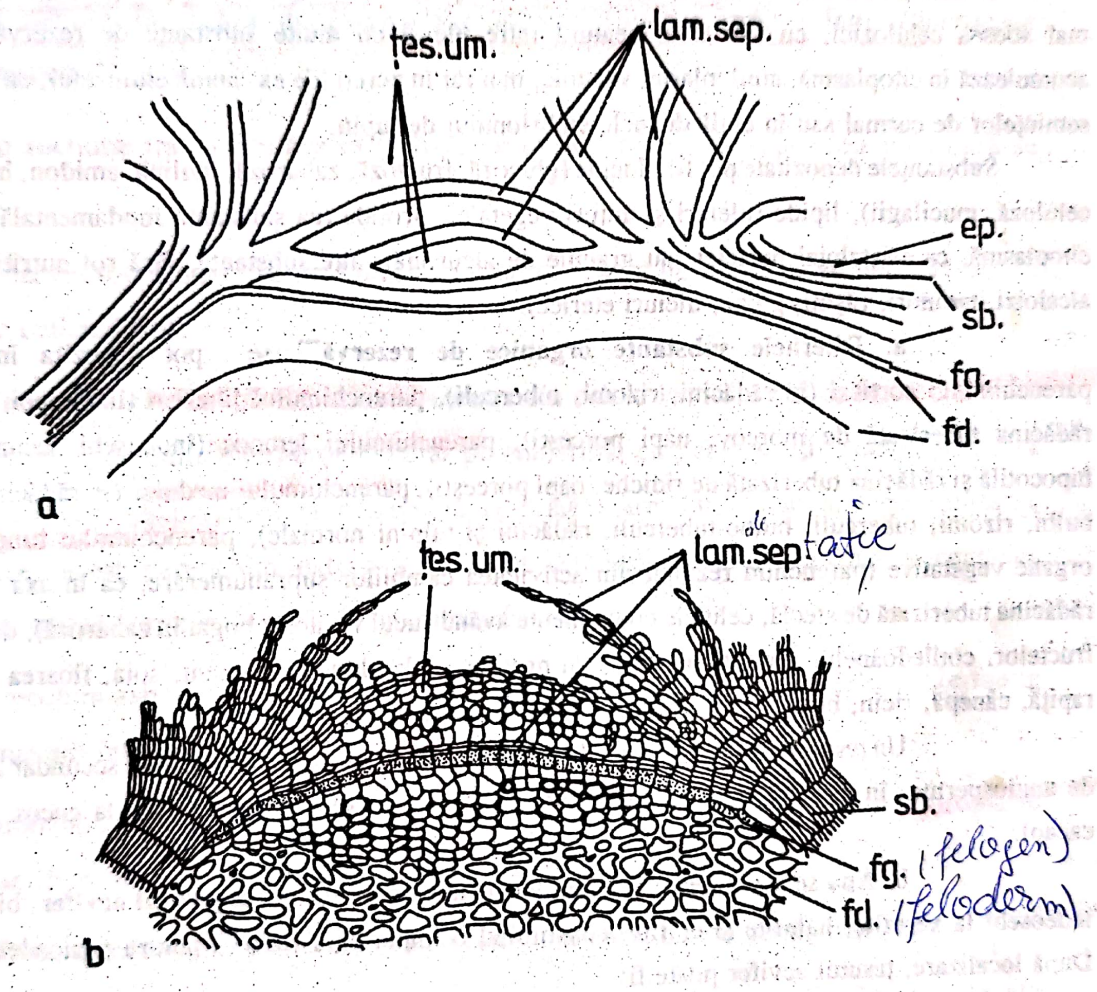


Fig. 33. Lenticelă, la *Prunus avium;* secţiune transversală printr-o ramură, schemă (a) şi detaliu (b):ep - epidermă; fd - feloderm; fg - felogen;lam.sep - lame de septaţie; ţes.um - ţesut de umplutură (orig.)

6. ŢESUTURI DE DEPOZITARE

Aceste ţesuturi sunt formate din celule vii, lipsite de cloroplaste, cu pereţi subţiri sau îngroşaţi, mai adesea celulozici, cu sau fără meatură între ele şi cu multe substanţe de rezervă; acestea se acumulează în citoplasmă, amiloplaste, vacuole, mai rar în pereţi (de ex. hemicelulozele), ca în albumenul seminţelor de curmal sau în cotiledoanele embrionului de lupin.

Substanţele depozitate pot fi: glucide (glucoză, fructoză, zaharoză, inulină, amidon, hemiceluloză, celuloză, mucilagii), lipide (uleiuri şi unturi vegetale), protide (ca substanţă fundamentală dizolvată în citoplasmă, ca cristaloizi proteici sau granule de aleuronă), alte substanţe, fără rol nutritiv (glicozizi, alcaloizi, taninuri, răşini, gume, uleiuri eterice).

a. Diferitele **substante organice de rezervă**[***] se pot depozita în celule ale parenchimului cortical (în rădăcini, rizomi, tuberculi), parenchimului liberian (îndeosebi secundar, în rădăcina tuberizată de morcov, napi porceşti), parenchimului lemnos (îndeosebi secundar, în axa hipocotilă şi rădăcina tuberizată de ridiche, napi porceşti), parenchimului medular (în rădăcini tuberizate, bulbi, rizomi, tuberculi, bulbo-tuberculi, rădăcini şi tulpini normale), parenchimului fundamental din organe vegetative (parenchim rezultat din activitatea cambiilor supranumerare, ca în axa hipocotilă şi rădăcina tuberizată de sfeclă, celulele componente având sucul vacuolar bogat în zaharoză), din pericarpul fructelor, cotiledoanelor seminţelor (lipide şi protide, ca la alune de pământ, soia, floarea soarelui, in, rapiţă, cânepă, ricin, bostan), din frunzele bulbilor şi ale căpăţânii de varză.

Un ţesut special de rezervă îl constituie albumenul sau endospermul secundar al seminţelor de angiosperme, în el predominând amidonul (ca la graminee) sau lipidele (ca la cocos, arborele de cacao).

b. **Apa** se acumulează în vacuolele celulelor ce formează **ţesutul acvifer**, bine dezvoltat îndeosebi la xerofite, halofite şi epifite, constituind o importantă rezervă pentru perioadele de secetă. După localizare, ţesutul acvifer poate fi:

- extern: în frunzele multor epifite tropicale şi al unor plante de locuri uscate (*Peperomia*) ori chiar umede (ficuşi, palmieri); tot aici sunt incluse şi celulele buliforme din epiderma superioară a frunzei de la multe graminee;
- intern: îndeosebi la plante suculente dintre crasulacee, cactacee, unele liliacee, chenopodiacee, euforbiacee, amarilidacee şi iridacee, în acest caz apa acumulându-se în partea centrală

[***] acestea vor putea fi observate atunci când vom analiza structura organelor vegetative a fructelor şi seminţelor

Scanned with OKEN Scanner

a frunzei sau în scoarţa internă a tulpinii.

Ţesut aerifer în frunza de *Paperomia serpens* (Sw.) **Loud.** – fam. *Piperaceae* (secţiune transversală) (fig. 34).

Într-o secţiune transversală prin frunză, de la faţa superioară spre cea inferioară se disting:

– epidermă superioară, formată dintr-un singur**** strat de celule ce au peretele extern acoperit de o cuticulă fină;

– **parenchim acvifer** pluristratificat, format din celule incolore din ce în ce mai mari mai mult sau mai puţin alungite perpendicular pe epidermă, cu pereţi subţiri, celulozici, fără meaturi, cu citoplasmă parietală şi o vacuolă centrală mare, bogată în apă cu substanţe mucilaginoase; acest parenchim extern a provenit din multiplicarea repetată a celulelor epidermice şi ocupă aproximativ 2/3 din grosimea frunzei;

– parenchim asimilator palisadic, format din aproximativ două straturi de celule foarte joase, fără meaturi între ele, foarte bogate în cloroplaste;

– parenchim lacunos pluristratificat, format din celule rotunjite, sărace în cloroplaste şi cu spaţii aerifere între ele; unele celule conţin picături de ulei eteric;

– epidermă inferioară, asemănătoare cu cea superioară, dar cu celule mai mici.

La o transpiraţie intensă apa trece din celulele parenchimului acvifer în cele ale ţesutului asimilator subiacent, aşa încât planta nu suferă prea mult în timpul fotosintezei.

**** unii autori consideră că acest strat şi următoarele 2-3 formate din celule poligonale mici ar forma o epidermă pluristratificată

Scanned with OKEN Scanner

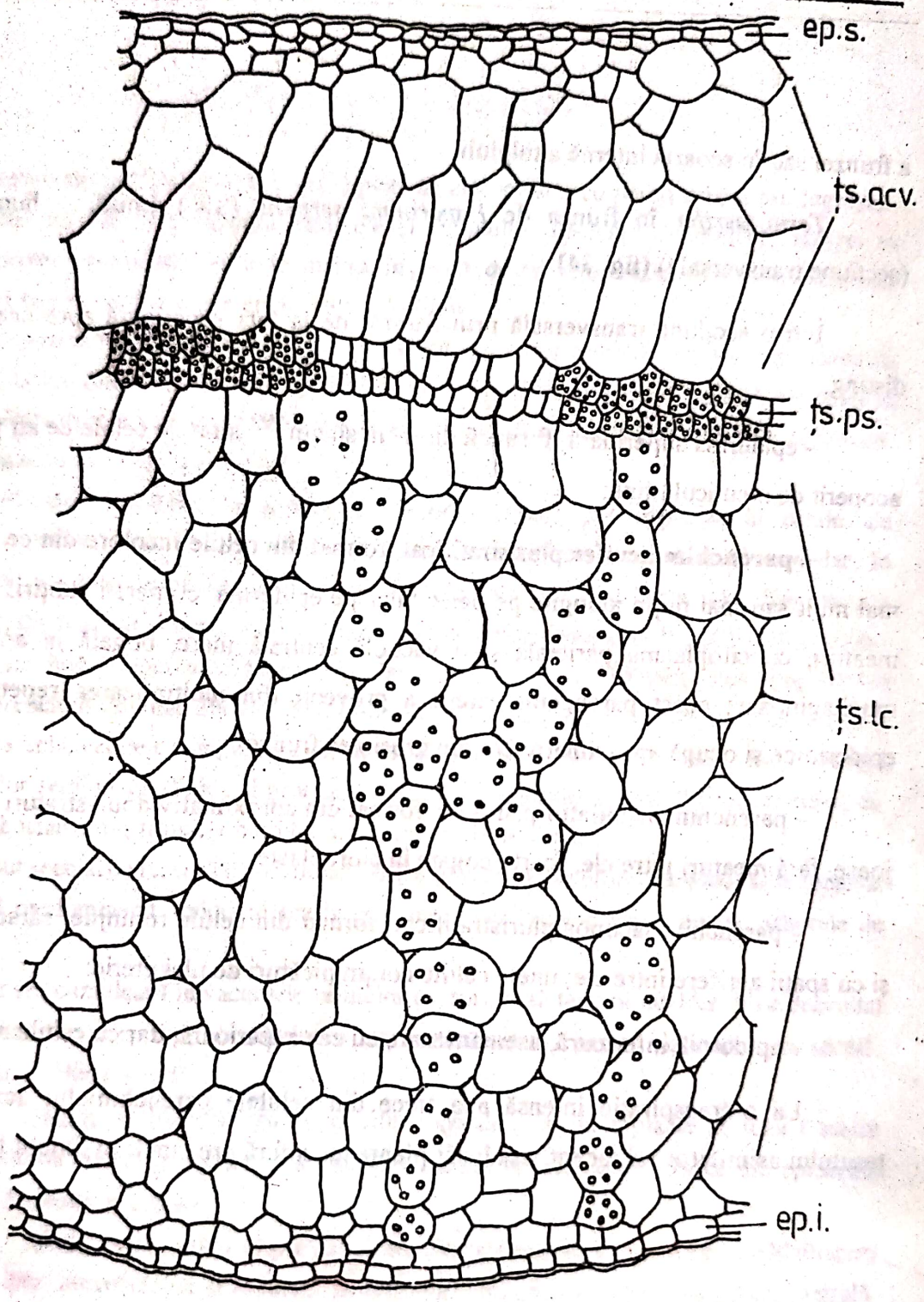


Fig. 34. Ţesut acvifer, la *Peperonia serpens*, secţiune transversală prin frunză, detaliu.
ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); ţs - ţesut (acv. - acvifer; lc - lacunos; ps - palisadic)(orig.

Scanned with OKEN Scanner

7. *ŢESUTURI MECANICE* (de susţinere)

Aceste ţesuturi asigură poziţia erectă, soliditatea, elasticitatea şi flexibilitatea unui organ vegetal, îndeosebi aerian, alături de turgescenţa tuturor celulelor vii din plantă şi de vasele de lemn (îndeosebi traheidele).

Elementele ţesuturilor mecanice sunt adesea lungi, cu pereţi îngroşaţi, cu punctuaţii puţine şi mici, cu spaţii aerifere mici sau lipsite de acestea, grupate în cele mai multe cazuri în cordoane sau fascicule.

După modul de îngroşare a pereţilor şi compoziţia lor chimică, ţesuturile mecanice sunt de două feluri: colenchim şi sclerenchim.

a. Colenchimul

Este ţesutul mecanic propriu organelor în creştere, fiind prezent chiar la plantule. Se întâlneşte îndeosebi la dicotiledonate, fiind deosebit de elastic şi flexibil, ceea ce nu împiedică creşterea în lungime a organelor vegetale.

Celulele de colenchim, numite şi colocite, sunt prismatic - alungite, vii, cu pereţi celulozo-pectici, adesea neuniform îngroşaţi, în sens centripetal; în secţiune transversală au contur poligonal. În citoplasmă se observă nucleu, cloroplaste, granule de amidon ş. a.

Obişnuit, colenchimul îşi are originea în meristeme primare (procambiu şi meristem fundamental), mai rar în cele secundare (felogen, ca la soc).

Ca localizare, colenchimul este superficial, adesea chiar sub epidermă, putând fi continuu sau discontinuu (sub formă de cordoane, mai adesea în coastele tulpinii). Este prezent mai cu seamă în tulpină şi peţiolul frunzei.

După modul de îngroşare a peretelui celular, colenchimul este de cel puţin două feluri: angular (unghiular) şi tangenţial (tabular), lacunar

▲ Colenchim angular în tulpina de urzică moartă - *Lamium album* L. - fam. *Lamiaceae* (secţiune trasversală)(fig. 35).

Conturul secţiunii transversale prin tulpina prismatică este pătratic. De la exterior spre centru distingem următoarele zone anatomice: epiderma (cu stomate şi peri tectori pluricelulari uniseriaţi), scoarţa (diferenţiată în cordoane de colenchim angular în coaste şi parenchim în rest, stratul cel mai intern

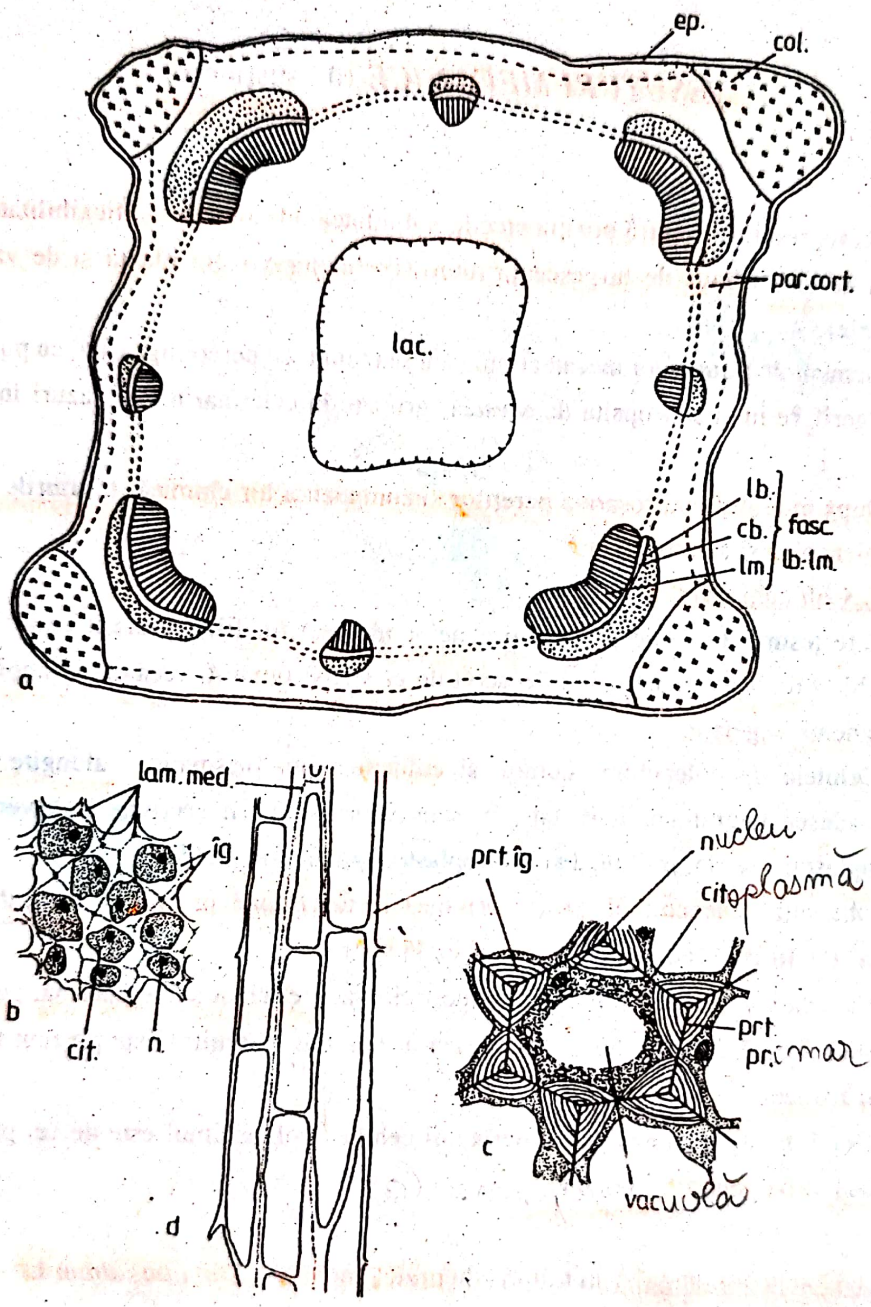


Fig. 35. Colenchim angular, la *Lamium album*; secțiune transversală (a, b, c) și longitudinală (d) prin tulpină, schemă (a) și detalii: b - porțiune de țesut colenchimatic; c, d - elemente de colenchim:
cb - cambiu; cit - citoplasmă; col - colenchim; ep - epidermă; fasc.lb.lm - fascicul libero-lemnos; lac - lacună medulară; lb - liber; lam.med - lamelă mediană; lm - lemn; n - nucleu; par.cort - parenchim cortical; prt - perete (îg - îngroșat; pr - primar); vac - vacuolă (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

reprezentând o endodermă) şi cilindrul central (cu fascicule conducătoare de mărime diferită, raze medulare, parenchim perimedular şi o cavitate centrală aeriferă mare).

Cordoanele de colenchim angular sunt formate din celule poligonale fără meaturi între ele şi cu pereţii puternic îngroşaţi la colţuri, celulozici (strălucitori la microscop). În sacul citoplasmatic parietal se observă un nucleu şi cloroplaste, iar vacuola centrală este mare. Rareori se observă meaturi între celulele de colenchim.

▲ Colenchim tangenţial în peţiolul frunzei de pochivnic - ***Asarum europaeum*** **L.** - fam. ***Aristolochiaceae*** (secţiuni: transversală şi longitudinală)(fig. 36).

- Conturul **secţiunii transversale** prin peţiol este eliptic-cordiform, cu un jgheab la faţa superioară (adaxială).

De la exterior spre centru se disting: epiderma (cu stomate), zona de colenchim tangenţial şi parenchimul fundamental (cu 3 fascicule conducătoare dispuse pe un arc).

Zona hipodermică de colenchim tangenţial este formată din 2-4 straturi de celule poligonale alungite tangenţial, cu pereţii tangenţiali (extern şi intern) puternic îngroşaţi, celulozici (strălucitori la microscop). Conţinutul celular prezintă nucleu şi cloroplaste în sacul citoplasmatic parietal. Între celule, pe alocuri se observă meaturi mici.

- Pe secţiuni longitudinale, celulele de colenchim ne apar dreptunghiular-alungite, cu pereţii laterali (extern şi intern) puternic îngroşaţi şi pereţii transversali mai subţiri.

b. Sclerenchimul

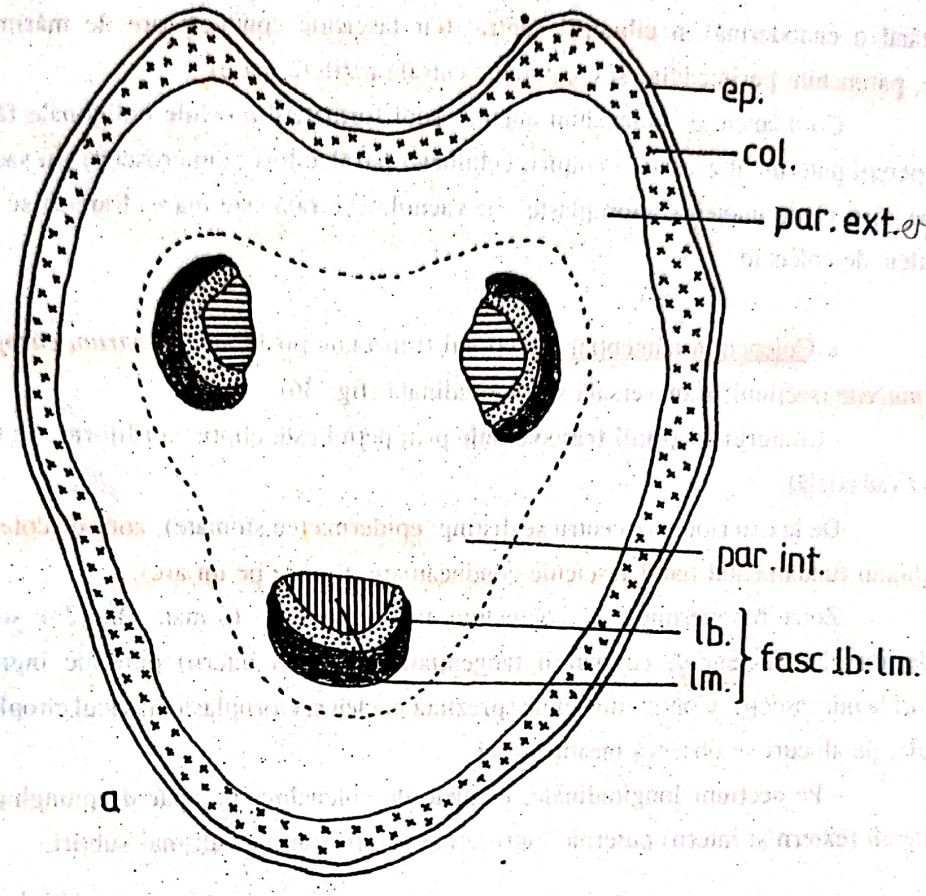
Este ţesutul mecanic format din celule prismatic-alungite, moarte la maturitate, ce conţin mai puţină apă, au pereţi uniform şi puternic îngroşaţi, total sau parţial lignificaţi, nu lasă spaţii aerifere între ele şi nu se mai pot alungi la completa lor diferenţiere.

Originea sclerenchimului poate fi: **primară** (provenit de regulă din procambiu, ca la multe monocotiledonate şi la dicotiledonate cu structură primară) sau secundară (provenind din cambiu, mai rar din felogen, ca la dicotiledonatele cu structură secundară).

Ca localizare, sclerenchimul se află atât în poziţie superficială (imediat sub epidermă), cât şi în profunzimea organelor (în zona pericliclică şi cea periliberiană, în liberul şi în lemnul secundar, mai rar în liberul primar şi în măduvă), putând fi continuu sau discontinuu (sub formă de cordoane sau fascicule).

Celulele de sclrenchim pot fi lungi, numindu-se şi fibre şi alcătuind **sclerenchimul fibros**, sau scurte, numindu-se sclereide şi alcătuind **sclerenchimul scleros**.

- Fibrele de sclerenchim iau naştere din celule meristematice, sunt alungite parale cu axa



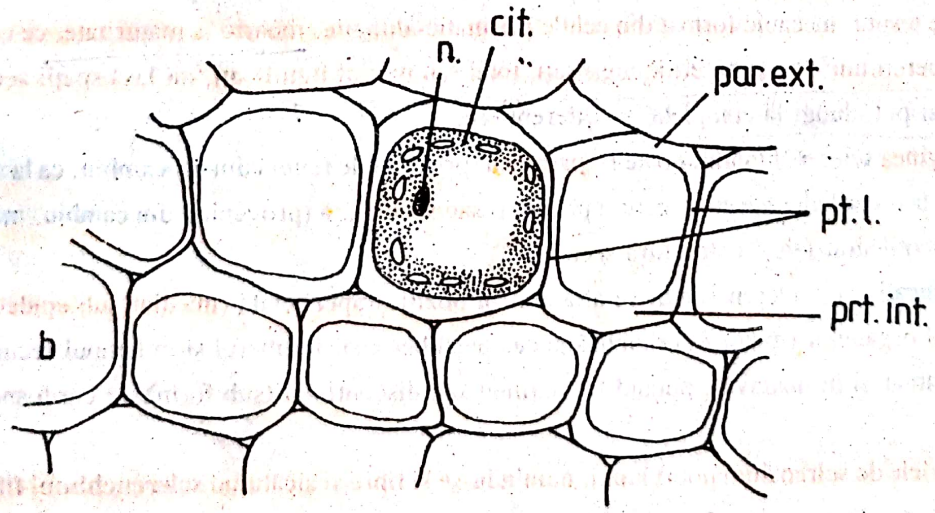


Fig. 36. Colenchim tangențial, la *Asarum europaeum*; secțiune transversală prin pețiolul frunzei; schemă (a) și detaliu (b): cit - citoplasmă cu cloroplaste; col - colenchim; fasc.lb lm - fascicul libero-lemnos; lb - liber; lm - lemn; n - nucleu; par - parenchim (ext - extern; int - intern); prt - perete (ext - extern; int - intern; lat -lateral)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

organului şi grupate în cordoane. Pot fi lemnoase (libriforme şi traheidale) şi extralemnoase (corticale şi liberiene, mai rar medulare). Fibrele textile sunt fascicule de fibre sclrenchimatice (elementare). Ca valoare sunt mai bune fibrele primare (in, cânepă, ramie). Fibrele lemnoase de la dicotiledonate au origine secundară, sunt mai scurte, fusiforme, cu pereţi mai îngroşaţi la esenţele tari şi mai subţiri la esenţele moi. Se cunosc câteva categorii de fibre lemnoase, dintre care cele libriforme au cea mai largă răspândire la dicotiledonate.

- Sclereidele iau naştere din celule parenchimatice care se modifică secundar, au numeroase punctuaţii şi sunt localizate printre elementele ţesuturilor fundamentale. Ele pot fi scurte sau pietroase (brahisclereide) şi mai lungi, când se numesc idioblaste (macrosclereide, osteosclereide, astherosclereide - ca între celulele care delimitează canalele aerifere din peţiolul frunzelor de nufăr), fiind localizate în toate zonele anatomice şi în toate organele vegetale.

▲ Fibre de sclrenchim în tulpina de iarbă albastră ***Molinia coerulea* L.** - fam. *Poaceae* secţiuni: trasversală şi longitudinală)(fig. 37).

Conturul **secţiunii transversale** prin internodul paiului este circular-sinuos .

De la exterior spre centru se observă: epiderma (celule cu peretele extern îngroşat, ignificat şi silificat), scoarţa (în care alternează benzi de parenchim asimilator şi cordoane sau stâlpi de clerenchim) şi cilidrul central (care cuprinde un inel sinuos de sclerenchim, cu care vin în contact asciculele conducătoare mici, externe şi mari, interne, toate înconjurate de sclerenchim, cele din urmă nfipte în parenchimul fundamental; în centru se află o cavitate aeriferă foarte largă).

Sclerenchimul (stâlpii hipodermici, inelul sinuos şi cordoanele perifasciculare) este format lin celule poligonale cu pereţi uniform şi puternic îngroşaţi (lumenul fiind redus), lignificaţi şi prevăzuţi u punctuaţii simple.

În secţiune longitudinală, elementele de sclerenchim ne apar sub formă de fibre lungi, u un lumen îngust până la filiform şi cu pereţi foarte groşi, străbătuţi de punctuaţii.

▲ Fibre de sclerenchim şi sclereide în pedunculul fructului de păr - ***Pyrus sativa* Lam** t **D C.** - fam. *Rosaceae* (secţiune transversală)(fig. 38).

Conturul secţiunii transversale prin pedunculul fructului este circular.

De la exterior spre centru se disting: epiderma sau/şi periderma (uneori cu lenticele), coarţa (reprezentată prin parenchim, grupe de **sclereide** sau sclereide izolate şi cordoane sau fascicule le **fibre sclerenchimatice** de forma unor calote periliberiene) şi cilindrul central (cuprinzând mai multe ascicule conducătoare şi măduvă, formată în cea mai mare parte din sclereide).

Fibrele de sclerenchim au conformaţia celor descrise mai sus, dar sunt mult mai mici

Scanned with OKEN Scanner

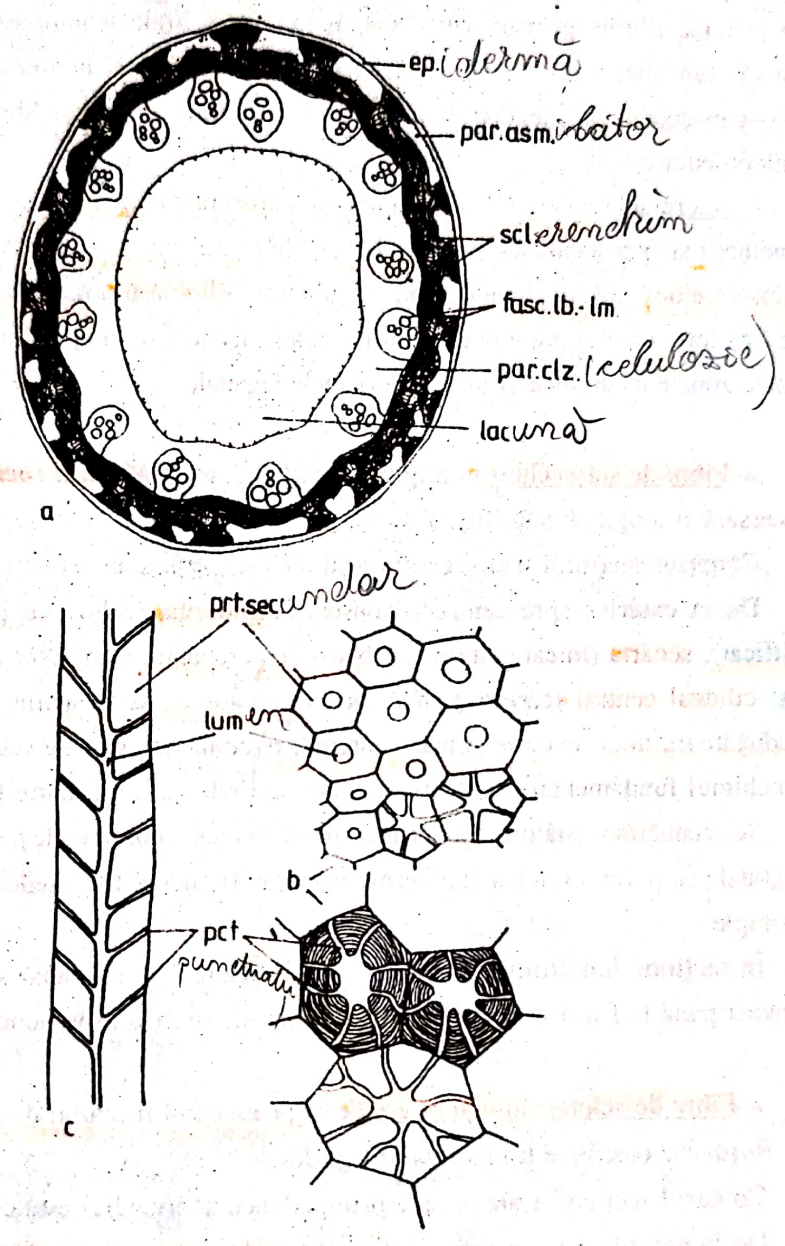


Fig. 37. Fibre de sclerenchim, la *Molinia caerulea*; secțiune transversală (a, b) și longitudinală (c) prin tulpină, schemă (a) și detalii: b - porțiune de țesut sclerenchimatic; c - element de sclerenchim: ep - epidermă; fasc.lb lm - fascicul libero-lemnos; lac - lacună; lum - lumen; par - parenchim (asm - asimilator; clz - celulozic fundamental); pct - punctuații; prt.sec - perete secundar; scl - sclerenchim (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

subţiri) în secţiune transversală şi cu lumenul punctiform.

Sclereidele sunt mai mult sau mai puţin izodiametrice (brahisclereide), asemănătoare celor din pulpa fructului, având pereţi foarte îngroşaţi şi lignificaţi, străbătuţi de numeroase punctuaţii sub formă de canalicule radiare, uneori ramificate. Sclereidele ocupă cea mai mare parte din scoarţă şi din măduvă.

Atât la fibre cât şi la sclereide, intensitatea gradului de lignificare scade de la lamela mediană spre straturile interne ale peretelui secundar.

La unele specii de plante lemnoase şi ierboase, cea mai mare parte a peretelui secundar al fibrelor lemnoase rămâne nelignificată, cu timpul se gelifică şi se desprinde de restul peretelui sub formă de inel; astfel de elemente sclerenchimatice se numesc **fibre gelatinoase.**

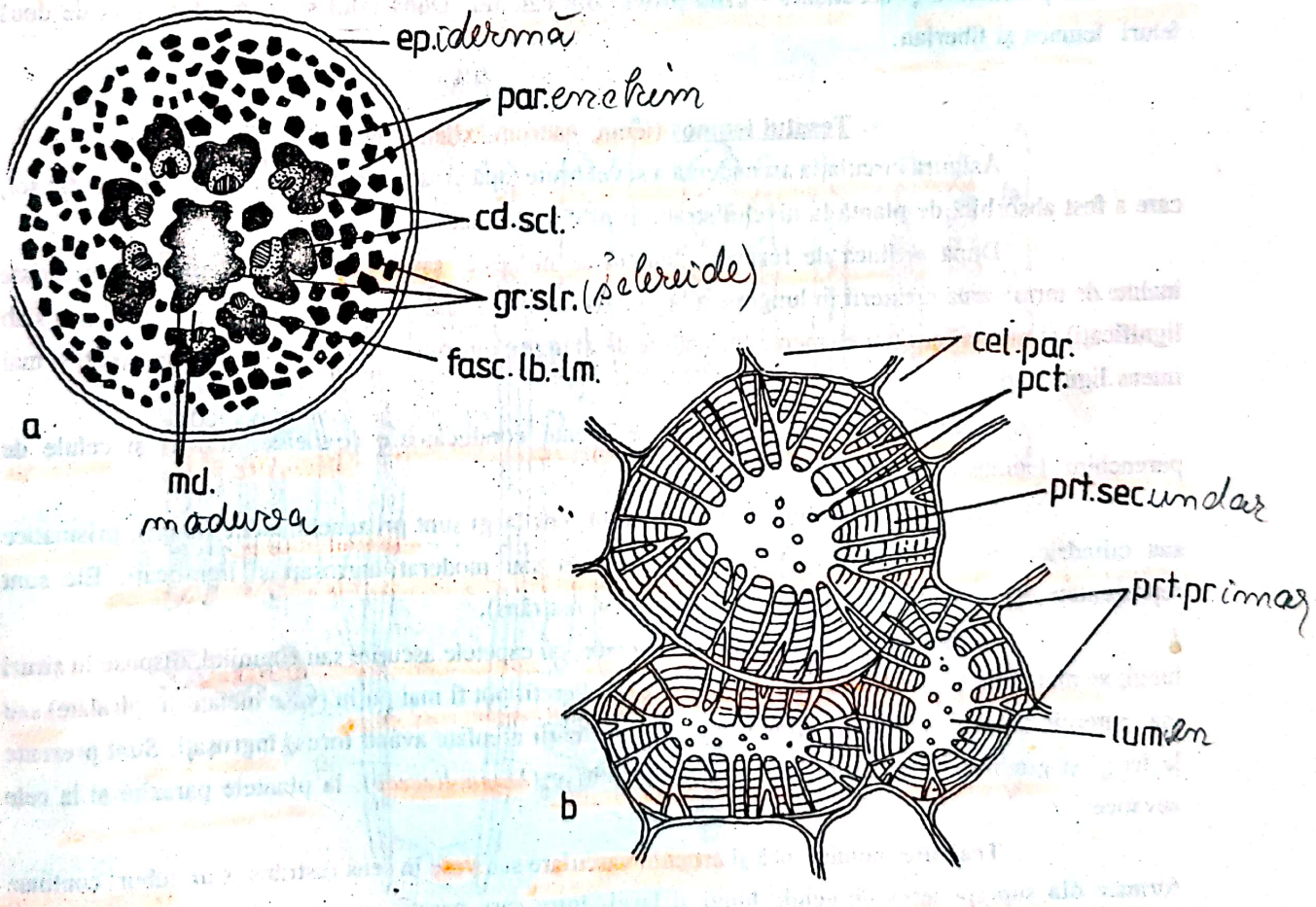


Fig. 38. Sclerenchim, la *Pyrus sativa*: secţiune transversala prin peţiolul frunzei, schemă (a) şi detaliu (b): el.par - celule de parenchim; cd.scl - cordoane de fibre sclerenchimatice; ep - pidermă; fasc.lb.lm - fascicul libero-lemnos; gr.slr - grupe de sclereide; lum - lumen; md - măduvă; par - parenchim; pct - punctuaţii;prt - perete (pr - primar; sec - secundar)

ŢESUTURI CONDUCĂTOARE

Aceste ţesuturi asigură circulaţia sevei în plantă şi sunt tipic reprezentate doar la cormofite, fiind alcătuite din elemente conducătoare prozenchimatice (lungi), parenchim longitudinal şi fibre; acestea din urmă sunt prezente mai cu seamă în structura secundară a organelor vegetative axiale şi aparţin, de fapt, ţesuturilor de susţinere. Originea ţesuturilor conducătoare poate fi primară - când provin din procambiu şi secundară - când provin din cambiu. După felul sevei conduse sunt de două feluri: lemnos şi liberian.

a. Ţesutul lemnos (lemn, hadrom, xilem)(fig. 39).

Asigură circulaţia ascendentă a sevei brute (apă şi săruri minerale dizolvate în ea) din sol, care a fost absorbită de plantă la nivelul stratului pilifer al rădăcinii.

După ordinea de formare, lemnul se numeşte: **protoxilem** (cu elemente diferenţiate înainte de terminarea creşterii în lungime a organelor axiale, având pereţi mai puţin îngroşaţi şi mai slab lignificaţi) şi **metaxilem** (cu elemente incapabile de alungire ulterioară, având pereţi mai îngroşaţi şi mai intens lignificaţi.

1° ***Lemnul primar*** cuprinde: elemente conducătoare (traheide, trahei) şi celule de parenchim lemnos (longitudinal).

Elementele conducătoare (vasele în sens larg) sunt prozenchimatice (lungi), prismatice sau cilindrice, moarte la maturitate, cu pereţi puţin sau moderat îngroşaţi şi lignificaţi. Ele sunt reprezentate prin traheide şi trahei (sau vase în sens restrâns).

Traheidele sunt elemente unicelulare, cu capetele ascuţite sau rotunjite, dispuse în şiruri lungi; se mai numesc şi vase închise sau imperfecte. Pereţii pot fi mai puţin (vase inelate şi spiralate) sau mai puternic (vase scalariforme şi punctate, cu punctuaţii areolate având torus) îngroşaţi. Sunt prezente la ferigi şi gimnosperme, unele angiosperme primitive (*Magnoliaceae*), la plantele parazite şi la cele acvatice.

Trahelle, numite încă şi articule vasculare sau vase în sens restrâns, sunt tuburi continue formate din suprapunerea de celule lungi şi largi, între care pereţii transversali au dispărut. Se mai numesc vase deschise sau perfecte. După modul de îngroşare a pereţilor pot fi reticulate şi punctate (cu punctuaţii areolate lipsite de torus). Au capete drepte sau oblice şi contur poligonal sau circular în

Scanned with OKEN Scanner

secţiune transversală. Când cavitatea lor este plină cu tile nu mai îndeplinesc rol de conducere, ci doar de susţinere, alcătuind duramenul sau inima lemnului. Tila este o expansiune veziculoasă, produsă de o celulă de parenchim lemnos, formată în vasul de lemn secundar.

Celulele de parenchim lemnos (longitudinal) sunt vii, puţin alungite, cu punctuaţii simple în pereţii lor subţiri şi celulozici (îndeosebi în rădăcina şi tulpina cu structură primară) sau îngroşaţi şi lignificaţi (îndeosebi în rădăcina şi, mai ales, tulpina cu structură secundară). Au rol în depozitare, conducere, susţinere şi formarea tilelor.

2° ***Lemnul secundar*** cuprinde, în plus, elemente sclerenchimatice ce alcătuiesc libriformul.

b. **Ţesutul liberian** (liber, leptom, floem)(fig. 39)

Asigură circulaţia (în general descendentă) a sevei elaborate (soluţie de substante organice) de către ţesutul clorofilian.

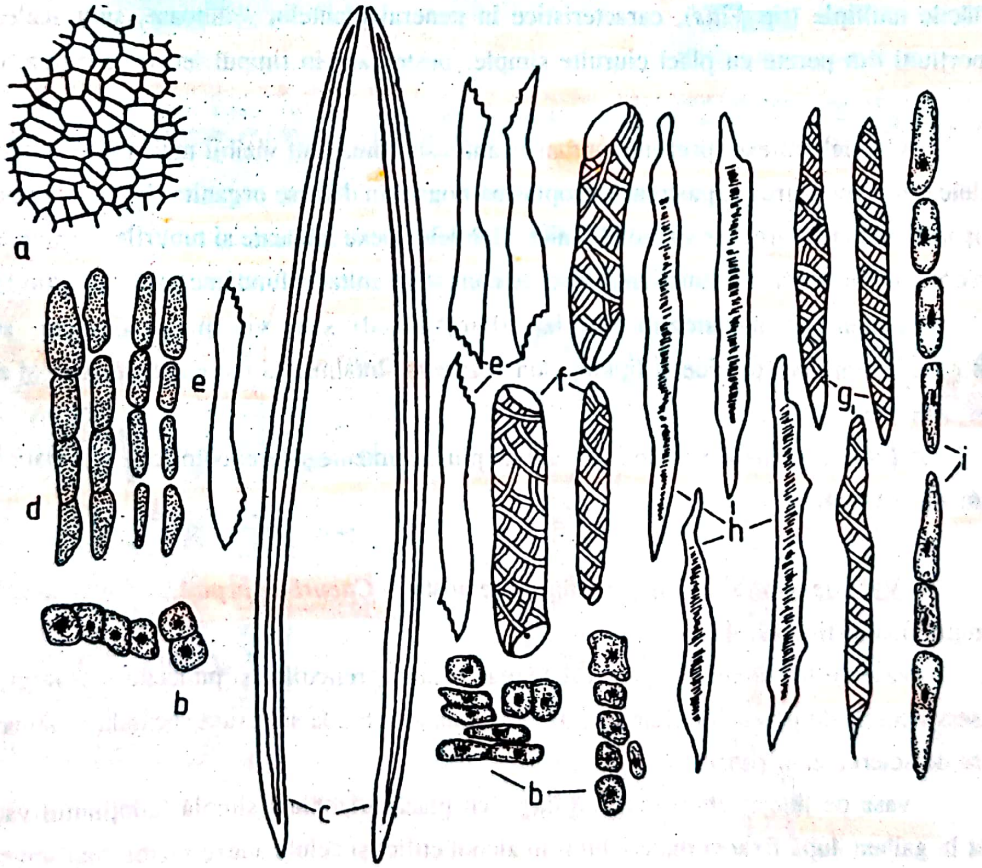


Fig. 39. Elemente ale ţesuturilor protectoare şi conducătoare secundare din tulpina de *Tilia tomentosa*, rezultate în urma macerației artificiale:
a - suber; b - celule de parenchim; c - fibre liberiene; d - celule de parenchim liberian; e - articule de tub ciuruit; f -articule de vase (trahei); g - traheide; h - elemente de libriform; i - parenchim lemnos (d. Rostovțev)

Scanned with OKEN Scanner

După ordinea de formare, liberul primar se numeşte **protofloem şi metefloem.**

1° ***Liberul primar*** cuprinde: elemente conducătoare tuburi ciuruite, celule anexe şi, uneori, celule de parenchim liberian (longitudinal).

Elemente conducătoare

- **Tuburile ciuruite** sunt formate din articule unicelulare prismatic-alungite, dispuse cap la cap, între care se formează plăci ciuruite, deci peretele comun pentru două articole, orizontal sau oblic perforat); rareori au câmpuri ciuruite în pereţii laterali comuni la două celule ciuruite (ca la conifere).

Articulele tuburilor ciuruite sunt celule vii, de contur circular sau poligonal în sectiune transversală, cu vacuolă centrală mare, cu citoplasmă parietală şi fără nucleu la maturitate.

Plăcile ciuruite sunt de două tipuri: simple şi multiple (compuse).

- **Plăcile simple** (tip *Cucurbita*), caracteristice în general plantelor ierboase, sunt acelea în care alternează porţiuni din perete cu perforaţii.

- Plăcile multiple (tip *Vitis*), caracteristice în general plantelor lemnoase, sunt acelea în care alternează porţiuni din perete cu plăci ciuruite simple, peste care în timpul iernii se depun dopuri de caloză.

- **Celulele anexe**, prezente numai la angiosperme, sunt vizibil mai scurte şi mai strâmte decât articulele tuburilor ciuruite, păstrează citoplasmă bogată în diverse organite (îndeosebi mitocondrii şi ribozomi); nucleul este mare, iar vacuolele mici. Celulele anexe nucleate şi tuburile ciuruite anucleate formează un complex structural şi funcţional unic, ce constituie unitatea fundamentală a ţesutului liberian.

Celulele de parenchim liberian (longitudinal) sunt vii, puţin alungite, cu pereţi celulozici, bogate în amidon, protide şi lipide; sunt foarte rar întâlnite la monocotiledonate şi au rol de depozitare şi conducere.

2° ***Liberul secundar*** poate cuprinde, în plus, elemente sclerenchimatice şi o mare cantitate de parenchim liberian amilifer.

▲ Vase de lemn şi de liber în tulpina de bostan - ***Cucurbita pepo*** **L.** - fam. *Cucurbitaceae* (secţiune longitudinală)(fig. 40, 41, 42)

- vase de lemn: inelate şi spiralate mai strâmte, reticulate şi punctate mai largi; din loc în loc se observă celule de parenchim lemnos; dacă tulpina a trecut la structură secundară, atunci se pot vedea şi fibre de sclerenchim (libriforme)

- vase de liber: tuburi ciuruite largi, cu placă orizontală simplă (conţinutul vacuolelor apare colorat în galben după fixarea materialului în alcool etilic) şi celule anexe vizibil mai scurte strâmte; din loc în loc se observă celule de parenchim liberian amilifer.

Scanned with OKEN Scanner

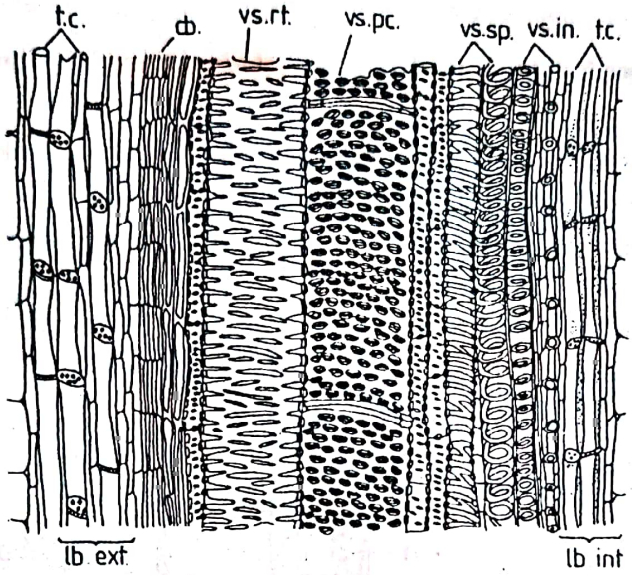


Fig. 40. Ţesuturi conducătoare în tulpina de *Cucurbita pepo*; secţiune longitudinală printr-un fascicul:
el.a - celulă anexă; lb - liber (**ext** - extern; **int** - intern); **par** - parenchim (**lb** - liberian; **lm** - lemnos); **prc** - procambiu; **t.c** - tub ciuruit; **vs** - vase de lemn (**in** - inelat; **pt** - punctat; **rt** - reticulat) (d. Morlova)

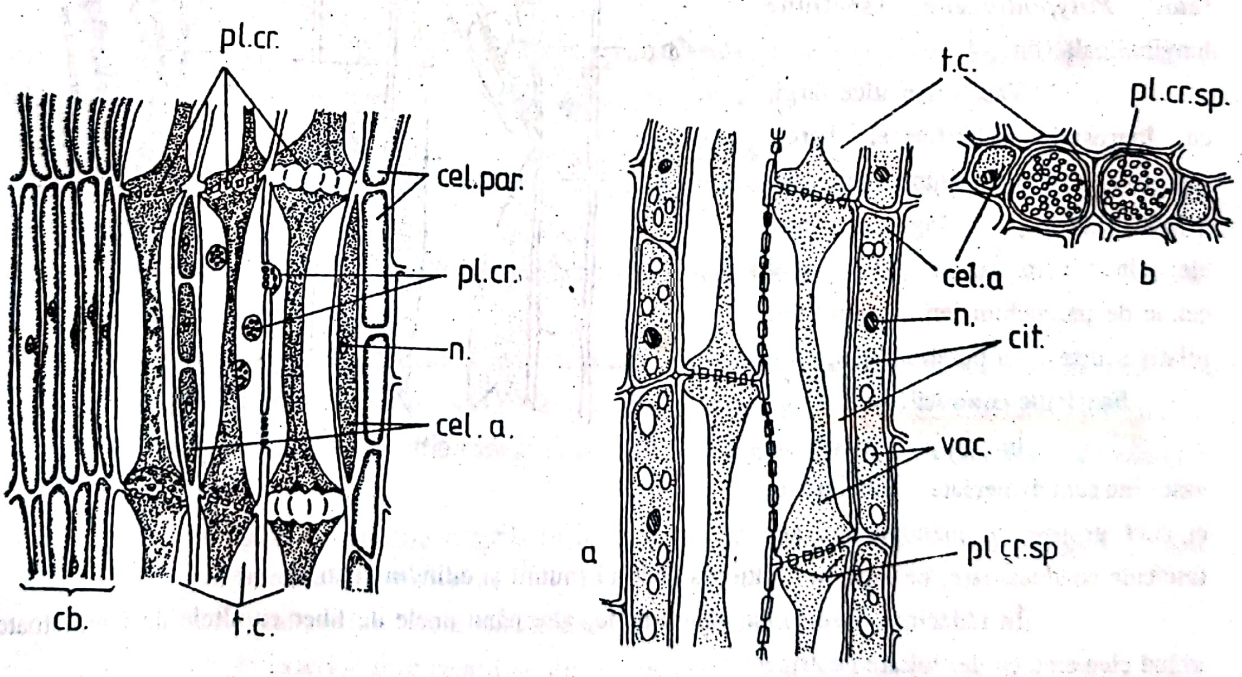


Fig. 41.(stânga) Ţesut liberian în tulpina de *Cucurbita pepo*; secţiune longitudinală printr-un fascicul:
el - celulă (**a** - anexă, **par** - de parenchim); **n** - nucleu; **prc** - procambiu; **pl.cr** - placă ciuruită; **t.c** - tuburi ciuruite (d. Barykina)

Fig. 42.(dreapta) Placă ciuruită simplă, la *Cucurbita pepo;* secţiune longitudinală (**a**) şi transversală (**b**) printr-un fascicul din tulpină:
el.a - celulă anexă; **cit** - citoplasmă; **n** - nucleu; **pl.cr.sp** - placă ciuruită simplă; **vac** - vacuolă (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ Vase de liber în tulpina de viţă de vie - *Vitis vinifera* L. - fam. *Vitaceae* (secţiune longitudinală)(fig. 43)

Tuburi ciuruite strâmte, cu placă oblică multiplă (se văd bine dopurile cu caloză în dreptul plăcilor ciuruite simple, ca nişte îngroşări de culoare albastră dacă secţiunile au fost colorate cu albastru de metilen) şi celule anexe relativ lungi; din loc în loc se observă celule de parenchim liberian amilifer.

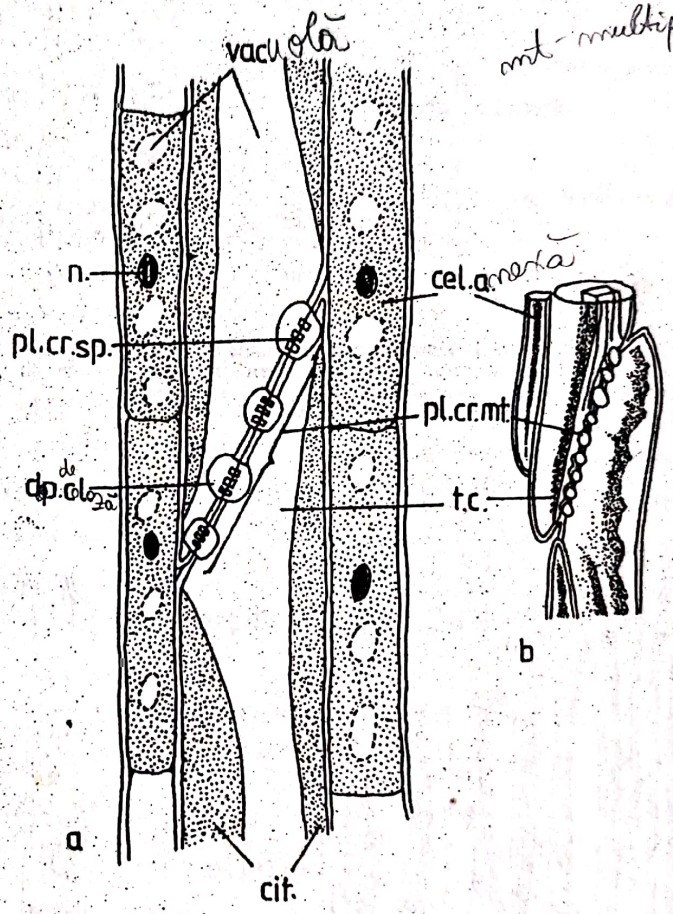


Fig. 43. Placă ciuruită simplă, la *Cucurbita pepo*; secţiune longitudinală printr0un fascicul:
cel.a - celule anexe; **cit** - citoplasmă; **dp.cl** -dop de caloză; **n** - nucleu; **pl.cr** - placă ciuruită (**mt** - multiplă; **sp** - simplă)(orig.)

▲ Vase de lemn scalariforme în rizomul ferigii ţolul lupului - *Pteridium aquilinum* L.- fam. *Polypodiaceae* (secţiune longitudinală)(fig. 44)

Vase prismatice largi, cu îngroşari scalariforme; barele îngroşate ale scării sunt mult mai groase decât spaţiile neîngroşate dintre ele; din loc în loc se pot observa celule de parenchim lemnos amilifer, relativ scurte şi cu pereţi subţiri.

Fascicule conducătoare

În corpul plantelor, vasele nu sunt dispersate la întâmplare, ci sunt grupate in mănunchiuri sau fascicule conducătoare, ce intră în alcătuirea stelului (numit şi cilindru central).

În rădăcină*, fasciculele sunt simple, alternând unele de liber cu altele de lemn, toate având elemente cu dezvoltare centripetă.

* vor fi observate atunci când ne vom ocupa de structura primară a acestui organ

În tulpină, frunze, piese florale, seminţe şi fructe, fasciculele sunt mixte, libero-lemnoase, mai adesea de tip colateral, rareori de tip concentric.

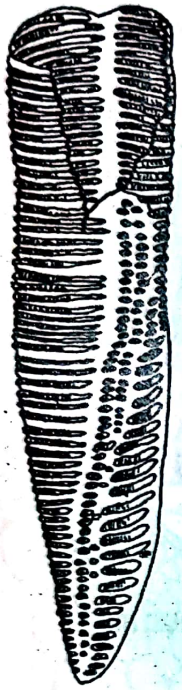


Fig. 44. Vas de lemn cu îngroşări sclariforme, la *Pteridium aquilinum;* secţiune longitudinala prin rizom (d.Filipescu)

În tulpină, liberul se află orientat spre exterior, iar lemnul spre interiorul organului; în frunză, liberul este orientat spre faţa inferioară, iar lemnul spre cea superioară. La ambele feluri de organe lemnul are dezvoltare centrifugă, iar liberul are dezvoltare centripetă.

Fasciculele conducătoare libero-lemnoase sunt de câteva tipuri:

1. Fascicule colaterale

a. La gimnosperme şi dicotiledonate, fasciculele sunt de tip **colateral deschis**, între liber şi lemn persistând un rest de procambiu, care se va transforma în cambiu intrafascicular atunci când se trece la structura secundară.

La unele dicotiledonate (*Cucurbitaceae, Solanaceae* ş. a), fasciculele sunt de tip **bicolateral**, lemnul fiind încadrat de două zone de liber: extern şi intern.

b. La monocotiledonate, fasciculele sunt de tip **colateral închis**, între lemn şi liber ne mai persistând ţesut procambial.

2. Fascicule concentrice

a. În rizomii multor ferigi, fasciculele sunt de tip **concentric hadrocentric**, lemnul (hadromul) fiind înconjurat de liber (leptom).

b. În rizomii unor monocotiledonate, fasciculele sunt de tip **concentric - leptocentric** , liberul fiind înconjurat de lemn.

Dispoziţia fasciculelor conducătoare în tulpină este pe un cerc, la gimnosperme şi la marea majoritate a dicotiledonatelor, sau pe 2-3 cercuri (mai rar pe unul singur) la monocotiledonate; rareori fasciculele sunt dispersate dezordonat în parenchimul fundamental (porumb, trestie de zahăr).

▲ Fascicul colateral deschis în tulpina de trifoi roşu - ***Trifolium pratense* L.** - fam. *Fabaceae* (secţiune transversală)(fig. 45).

Conturul sectiunii transversale este circular - costat.

De la exterior spre centru se disting: epiderma (cu stomate şi peri tectori tricelulari), scoarţa (parenchimatic-asimilatoare) şi cilindrul central (cu cordoane pericliclice de lemente mecanice, fascicule conducătoare de mărime diferită, separate de raze medulare şi măduvă parenchimatică).

Scanned with OKEN Scanner

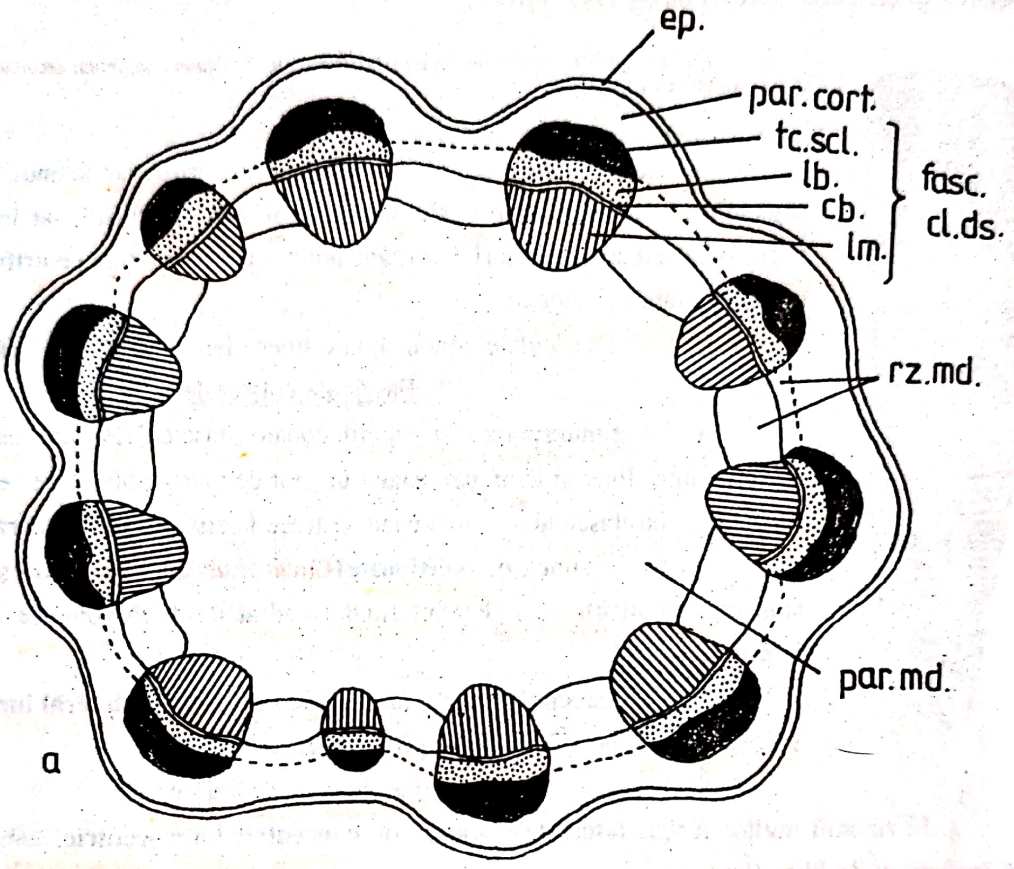


Fig. 4 - Fascicul colateral deschis la *Trifolium pratense*, secțiune transversală prin tulpină: schemă (a) și detaliu (b): **cel.a** - celula anexă; **end** - endoderm; **ep** - epidermă; **fasc.cl.ds** - fascicul colateral deschis; **fb.scl** - fibre de sclerenchim; **par** - parenchim (**cor** - cortical; **lm** lemnos; **md** - medular); **lb** - liber; **lm** -lemn; **prc** procambiu; **rz.md** - rază medulară; **t.c** - tub ciuruit; **tc.scl** -teacă sclerenchimatică; **vs** - vase (**mtx** - de metaxilem imature; **ptx** de protoxilem)(orig.)

Fasciculele conducătoare au formă ovală, cu vârful spre măduvă. Tuburile ciuruite au contur poligonal; celulele anexe, de același contur, sunt mult mai mici.

Lemnul este format din șiruri de vase cu pereții îngroșați și lignificați (strâmte, interne de protoxilem și largi, extern de metaxilem), separate de raze uniserialte sau biseriate de celule de parenchim lemnos celulozic, cu pereții foarte subțiri. Vasele de lemn au contur circular sau poligonal, cu pereți

Scanned with OKEN Scanner

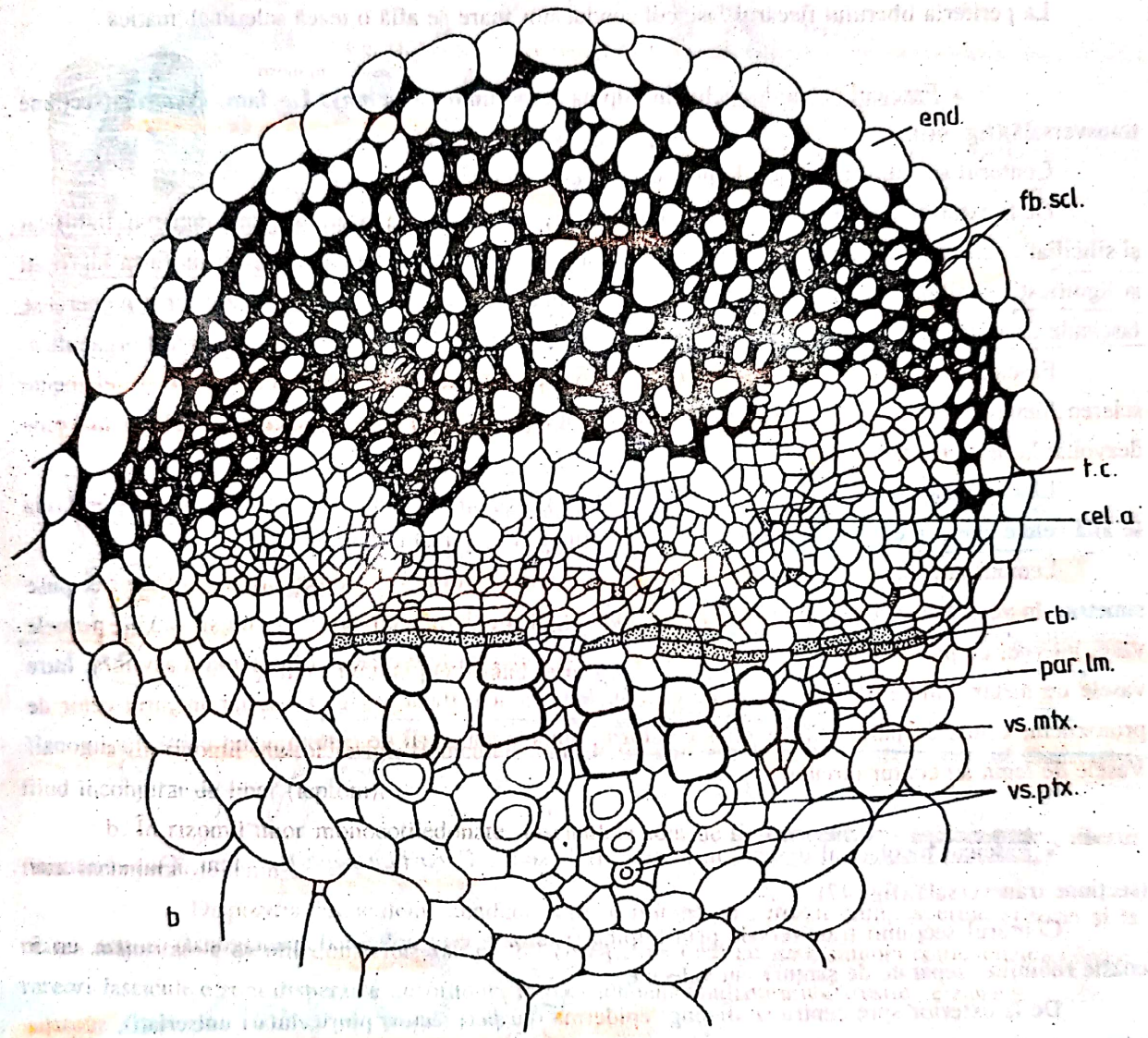


Fig. 45. Fascicul colateral deschis, la *Trifolium pratense;* secțiune transversala prin tulpină: schemă (a) și detaliu (b): **cel.a** - celula anexă; **end** - endoderm; **ep** - epidermă; **fasc.cl.ds** - fascicul colateral deschis; **fb.scl** - fibre de sclerenchim; **par** - parenchim (**cor** - cortical; **lm** lemnos; **md** - medular); **lb** - liber; **lm** -lemn; **prc** procambiu; **rz.md** - rază medulară; **t.c** - tub ciuruit; **tc.scl** -teacă sclerenchimatică; **vs** - vase (**mtx** - de metaxilem imature; **ptx** de protoxilem)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

îngroşaţi şi lignificaţi; celulele de parenchim sunt poligonale, cu pereţi foarte subţiri, celulozici.

Între liber şi lemn se mai observă câteva straturi de celule procambiale cu dispoziţie radiară.

La periferia liberului fiecărui fascicul conducător mare se află o teacă sclerenchimatică.

▲ Fascicul colateral închis în tulpina de porumb - ***Zea mays*** **L.**- fam. *Poaceae* (secţiune transversală)(fig. 46).

Conturul secţiunii transversale prin cocean este circular.

De la exterior spre centru se disting: epiderma (celule cu perete extern puternic îngroşat, lignificat şi silicifiat), scoarţa (hipodermă sclerenchimatică subţire, formată din celule cu pereţi uniform îngroşaţi şi lignificaţi) şi cilindrul central (parenchim fundamental în care sunt dispersate dezordonat numeroase fascicule conducătoare, mai mici şi mai dese spre exterior, mai mari şi mai rare spre centrul organului).

Fasciculele conducătoare au o formă aproximativ romboidală, fiind înconjurate de elemente sclerenchimatice de contur poligonal, cu pereţi moderat îngroşaţi şi lignificaţi; sclerenchimul este mai bine dezvoltat la periferia liberului.

Liberul ne apare ca o reţea formată din tuburi ciuruite (celule poligonale mari), în ochiurile căreia se află celule anexe (celule poligonale mici, cu conţinut citoplasmatic dens).

Lemnul are forma generală a literei V şi este format din 2(3) vase largi de metaxilem, dispuse simetric, în vecinătatea liberului şi 1-3 vase strâmte de protoxilem, suprapuse într-un şir radiar; primele vase, interne, de protoxilem sunt deja resorbite, luând astfel naştere o lacună fasciculară acviferă. Între vasele de metaxilem se află celule de parenchim lemnos sclerificat şi lignificat, iar în jurul celor de protoxilem, celule de parenchim lemnos celulozic, ambele categorii de celule având contur poligonal. Vasele de lemn au contur circular.

▲ Fascicul bicolateral deschis în tulpina de bostan - ***Cucurbita pepo*** **L.** - fam. *Cucurbitaceae* (secţiune transversală)(fig. 47).

Conturul secţiunii transversale prin tulpina fistuloasă este poligonal (pentagonal)- costat, cu 5 coaste rotunjite, separate de şanţuri sau valecule.

De la exterior spre centru se disting: epiderma (cu peri tectori pluricelulari uniseriaţi), scoarţa (diferenţiată în cordoane de colenchim angular, mai groase în coaste şi parenchim asimilator) şi cilindrul central (cuprinzând un periciclu pluristratificat sclerenchimatic, parenchim fundamental în care sunt înfipte 10 fascicule conducătoare - 5 mari şi 5 mici, o cavitate aeriferă centrală de contur stelat).

Fasciculele conducătoare au formă ovală, cu vârful spre interior, prezentând liber extern, lemn şi liber intern (de formă aproximativ semilunară).

Liberul este format din tuburi ciuruite, celule anexe şi puţine celule de parenchim liberian,

Scanned with OKEN Scanner

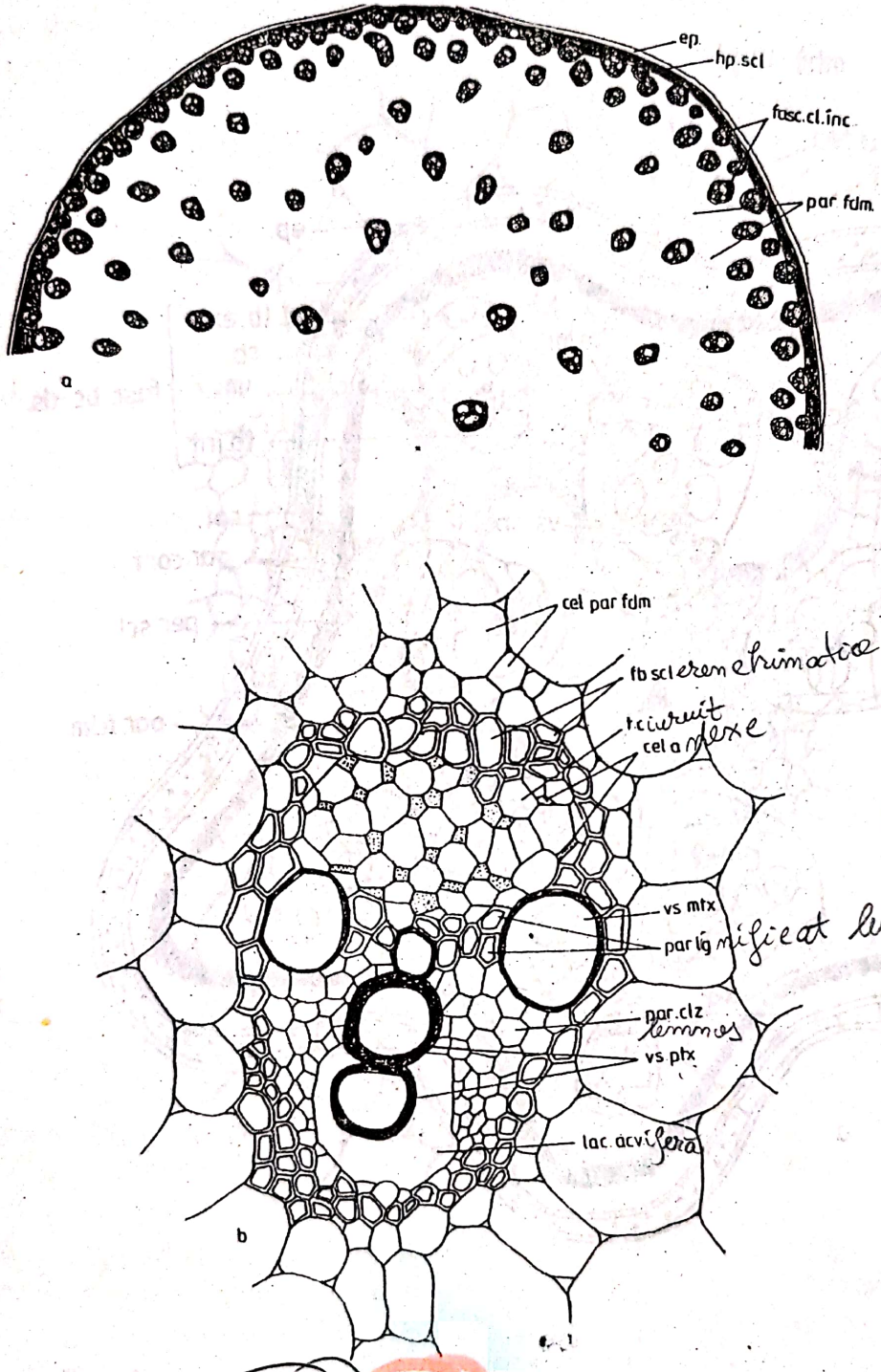


Fig. 46. Fascicul colateral închis, la *Zea mays;* secțiune transversală prin tulpină, schemă (a) si detaliu (b):
cel - celule (**a** - anexe; **par.fdm** - de parenchim fundamental); **ep** - epidermă; **fasc.cl.inc** - fascicule colateral închise; **fb. scl** - fibre de sclerenchim; **lac.acv** - lacună acviferă; **par** - parenchim (**clz** - celulozic; **fdm** - fundamental; **lg** - lignificat); **vs** - vase (**mtx** - metaxilem, **ptx** - protoxilem)(orig.)

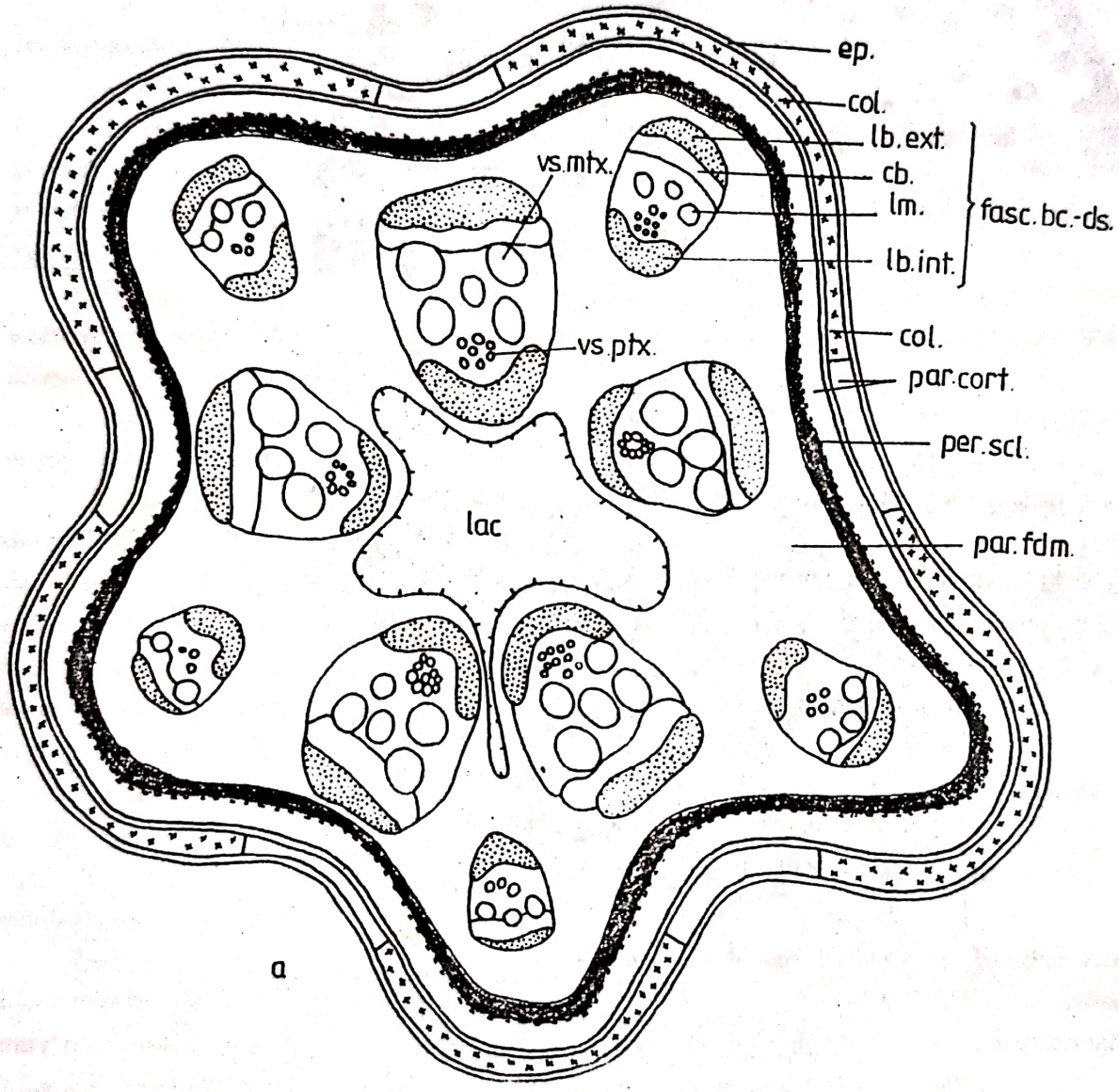


Fig. 47. Fascicul bicolateral deschis, la *Cucurbita pepo*; secțiune transversală prin tulpină, schemă (a) și detaliu (b): **cel** - celulă (**a** - anexă; **par.fdm** - de parenchim fundamental); **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **fasc.bc.ds** - fascicul bicolateral deschis; **lb** - liber (**ext** - extern; **int** - intern); **lac** - lacună medulară; **par** - parenchim (**cort** - cortical; **fdm** - fundamental; **lm** - lemnos); per.scl - periciclu sclerenchimatic ; prc - procambiu; t.c - tub ciuruit; vs - vase (mtx -metaxilem; ptx - protoxilem)(orig.)

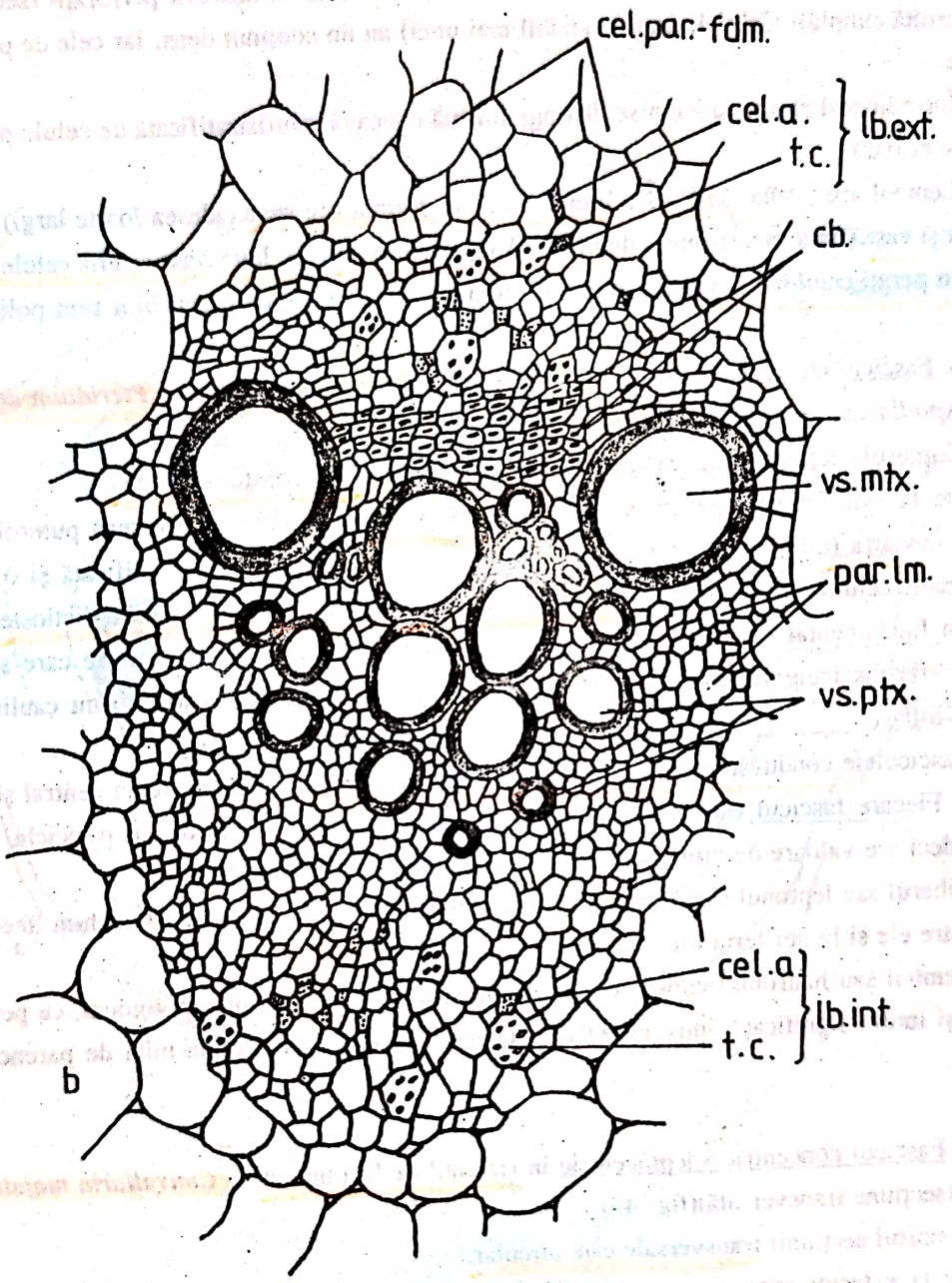


Fig. 47 b.

toate de contur aproximativ poligonal. În unele tuburi ciuruite se observă perforaţii (secţiunea a atins placa ciuruită simplă). Celulele anexe (vizibil mai mici) au un conţinut dens, iar cele de parenchim sunt amilifere.

Între liberul extern şi lemn se distinge o zonă concavă, pluristratificată de celule procambiale cu dispoziţie radiară.

Lemnul are forma generală a literei V şi este format din vase (adesea foarte largi) de metaxilem spre liber şi vase (mult mai strâmte) de protoxilem spre interior, iar între vase se află celule de parenchim lemnos cu pereţi celulozici. Vasele au contur circular, iar celulele de parenchim sunt poligonale.

▲ Fascicul concentric-hadrocentric în rizomul ferigii ţolul lupului - ***Pteridium aquilinum*** **L.** - fam. *Polypodiaceae* (secţiune transversală)(fig. 48).

Conturul secţiunii transversale este eliptic-poligonal, cu coaste rotunjite.

De la exterior spre centru se disting: epiderma (celule cu perete extern puternic îngrosat şi cutinizat), scoarţa (diferenţiată într-o zonă externă moderat sclerificată şi lignificată şi o zonă internă parenchimatic-celulozică, amiliferă) şi "cilindrul central" cu valoare de polistel sau dictiostel, cuprinzând parenchim fundamental amilifer, două arcuri de elemente sclerenchimatice, între care şi la periferia cărora se află fascicule conducătoare de mărime diferită. Fasciculele centrale sunt caulinare iar cele periferice foliare.

Fasciculele conducătoare au formă circulară sau alungit-eliptică, cu lemn central şi liber de jur împrejur. Fiecare fascicul este înconjurat de o endodermă taniniferă şi de un periciclu unistratificat amilifer, deci are valoare de cilindru central sau meristel.

Liberul sau leptonul este format din celule ciuruite mari şi celule de parenchim liberian amilifer mici, printre ele şi la periferia lor.

Lemnul sau hadromul cuprinde vase de tip scalariform, de contur poligonal, cu pereţi puternic îngroşaţi şi intesn lignificaţi; între ele şi la periferia lor se observă celule mici de parenchim lemnos amilifer.

▲ Fascicul concentric - leptocentric în rizomul de lăcrămioară - ***Convallaria majalis*** **L.** - fam. *Liliaceae* (secţiune transversală)(fig. 49)

Conturul secţiunii transversale este circular.

De la exterior spre centru se disting: epiderma (cu celule având peretele extern îngroşat şi cutinizat, scoarţa (cu parenchim amilifer şi endodermă având celule cu pereţii intern şi laterali îngroşaţi) şi cilindrul central (care cuprinde un periciclu unistratificat şi parenchim fundamental amilifer, în care se află două feluri de fascicule conducătoare: unele periferice, de tip colateral închis, având lemnul de

Scanned with OKEN Scanner

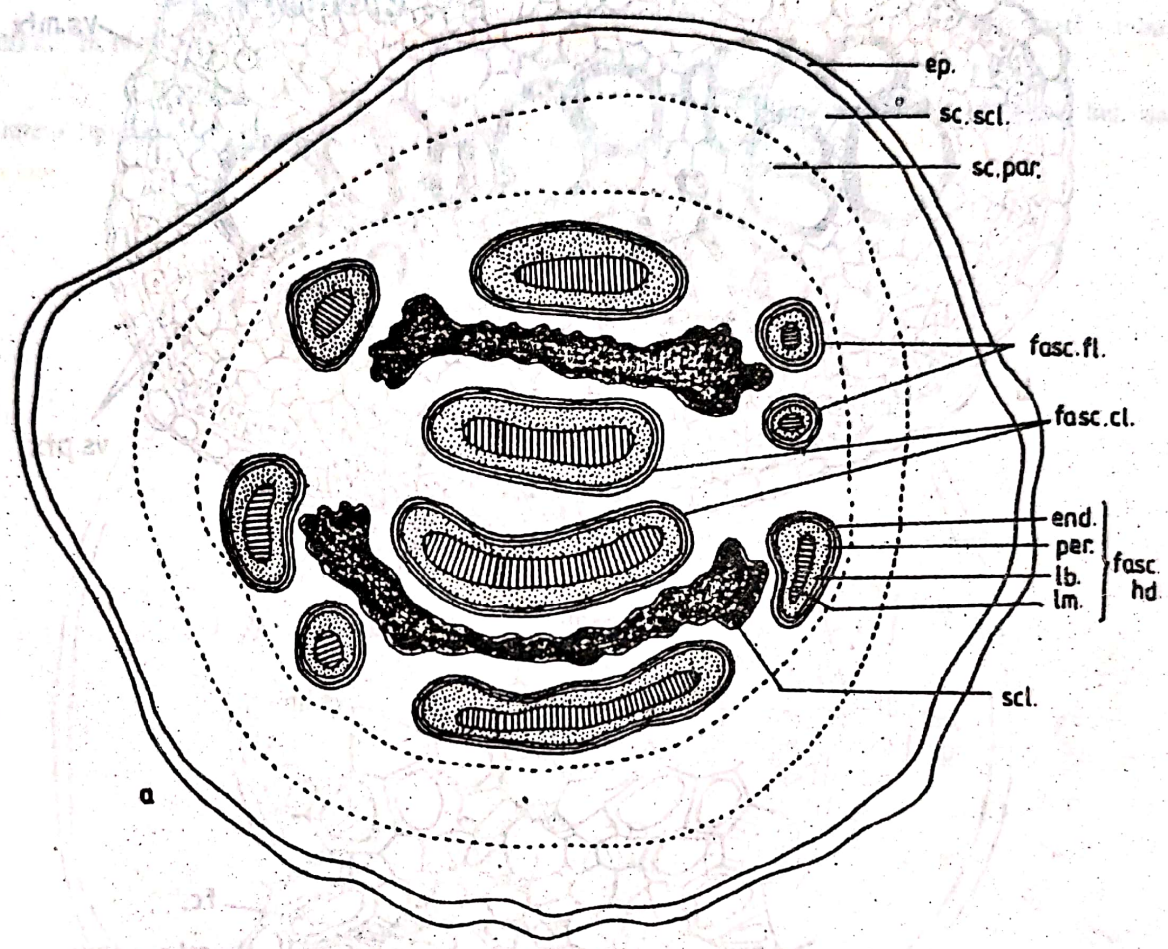


Fig. 48. Fascicul concentric hadrocentric la *Pteridium aquilinum*; secțiune transversală prin rizom, schemă (a) și detaliu (b):
cel.cr - celule ciuruite; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **fasc.hd** - fascicul hadrocentric (**cl** - caulinar; **fl** - foliar); **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**fdm** - fundamental; **lb** - liberian; **lm** - lemnos); **per** - pericicliu; **sc** - scoarță (**par** - parenchimatică; **scl** - sclerenchimatică); **scl** - arc de sclerenchim; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **pt** - protoxilem)(org.)

Scanned with OKEN Scanner

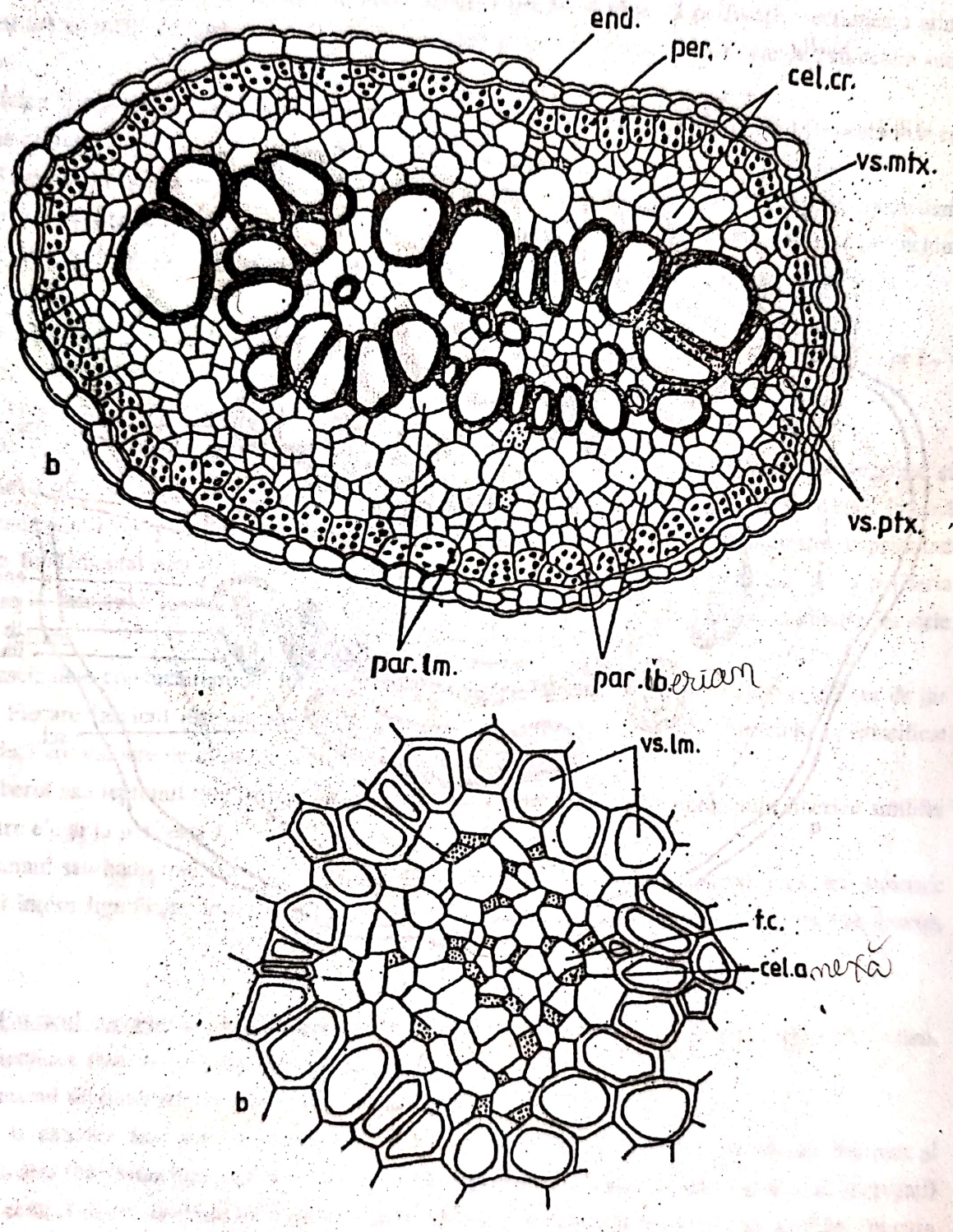


Fig. 48 b.

forma literei V, altele centrale, de tip concentric - leptocentric.

Fasciculele conducătoare de tip concentric - leptocentric au formă circulară, cu liber central şi lemn de jur împrejur.

Liberul sau leptomul ne apare ca o reţea formată din celule poligonale mari - tuburi ciuruite, în ochiurile căreia se află celule poligonale mici, cu conţinut dens - celule anexe.

Lemnul sau hadromul cuprinde vase, de contur poligonal, cu pereţii puternic îngroşaţi şi intens lignificaţi, precum şi câteva celule de parenchim lemnos amilifer.

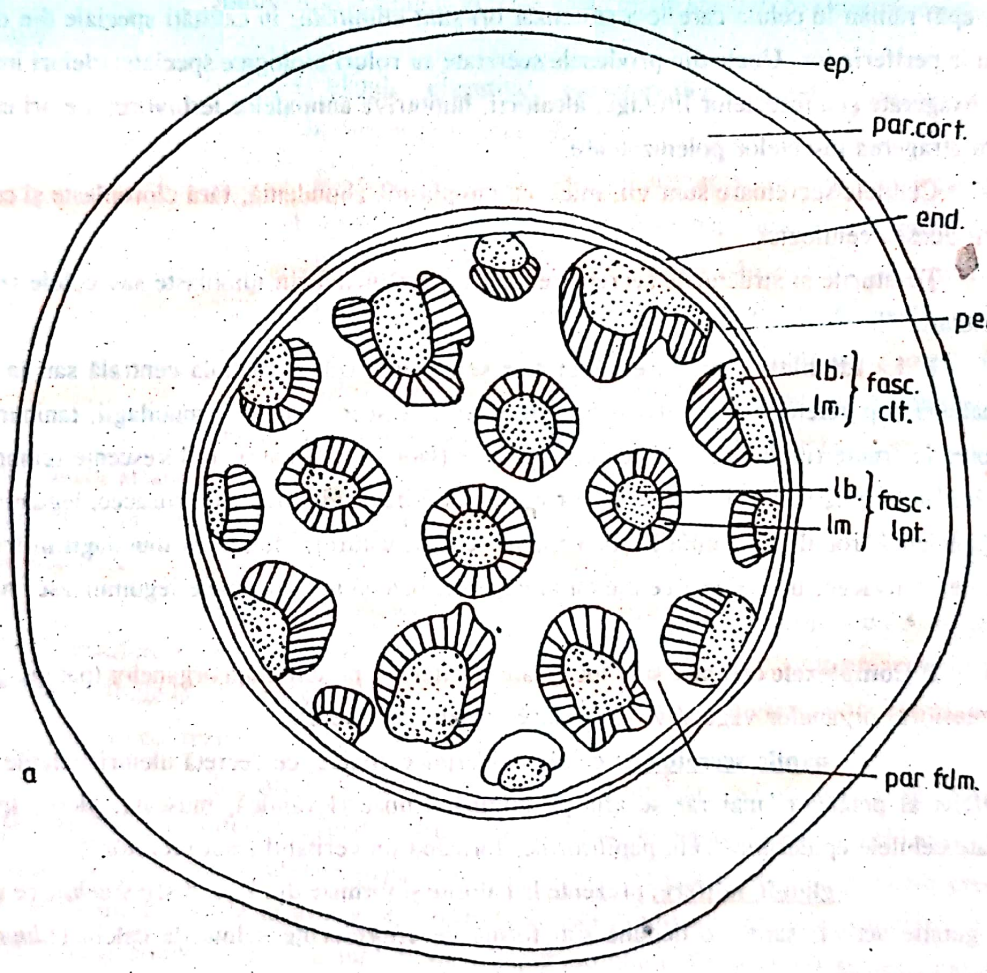


Fig. 49. Fascicul concentric leptocentric, la *Convalaria majalis;* secţiune transversală prin rizom, schemă (a) şi detaliu (b): **cl.a** - celulă anexă; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **fasc** - fascicul (**clt** - colateral, **lpt** - leptocentric); **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cort** - cortical; **fdm** - fundamental); **per** - periciclu; **t.c** - tub ciuruit; **vs.lm** - vase de lemn (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

9. CELULE ŢESUTURI ŞI STRUCTURI SECRETOARE

Funcţia principală a acestora este elaborarea şi acumularea substanţelor străine metabolismul general, numite uneori deşeuri sau produse de excreţie.

Substanţele elaborate (uleiuri eterice, răşini, cleiuri, taninuri, latexuri, nectar, enzime proteolitice, apă) rămân în celula care le-a sintetizat ori sunt eliminate, în cavităţi speciale din organele plantelor sau la periferia lor. Unele din produsele secretate au roluri biologice speciale: cleiuri impotriva transpiraţiei exagerate şi a insectelor fitofage; alcaloizi, impotriva animalelor ierbivore; uleiuri eterice şi nectar pentru atragerea insectelor polenizatoare.

Celulele secretoare sunt vii, mici, cu citoplasmă abundentă, fără cloroplaste şi cu pereţi foarte subţiri, adesea celulozici.

Ţesuturile şi structurile secretoare sunt reprezentate prin idioblaste sau celule izolate şi complexe celulare.

1⁰ La idioblaste, produsele secretate se acumulează în vacuola centrală sau în spaţiul dintre plasmalemă şi perete(de ex. celulele cristalifere, cele ce secretă uleiuri, mucilagii, taninuri etc.). Celule oleifere: în fructe (umbelifere, piperacee), frunze (lauracee, labiate), inflorescenţe (compozee); celule oxalifere: în tulpină (tei, nuc, plante acvatice), peţiol (viţă de vie, begonie, rozacee, leguminoase), limb foliar (stânjenel, rodul pământului), solzi foliari (ceapă, usturoi); celule cu mucilagii:în frunze şi bractei (tiliacee, malvacee, urticacee); celule cu tanin: în frunze şi tulpini (unele leguminoase, rozacee, fagacee ş. a.).

2⁰ Complexele celulare sunt localizate la exterior, pe suprafaţa organelor (papile, glande, peri)sau în interiorul organelor vegetative (buzunare, canale, laticifere).

- papile secretoare: celule epidermice conice, ce secretă uleiuri volatile şi dau aspectul catifelat al petalelor; mai rar se află pe tulpină, frunze (levănţică, muşcată, plop); în cazul petalelor, toate celulele epidermice sunt papiliforme, formând un veritabil ţesut secretor;

- glande salifere: prezente la halofite şi formate din 2, 4, 8 sau 9 celule ce secretă săruri, prin gutaţie activă; sarea se depune sub formă de eflorescenţe saline de calciu (*Limonium, Atriplex, Saxifraga* ş. a);

- osmofore: celule epidermice sub formă de lacinii sau peri ce secretă uleiuri eterice (pe flori de narcisă, lupin);

- peri secretori(glandulari): producţii epidermice mai adesea pluricelulare, ce

Scanned with OKEN Scanner

secretă îndeosebi uleiuri volatile; sunt prezente mai ales pe frunze şi tulpini, rareori pe bracteile inflorescenţei de hamei sau pe catafilele mugurilor de castan porcesc.

În structura unui păr secretor observăm: baza sau ţâţâna, adesea unicelulară şi aflată între celulele epidermice; pedicelul sau piciorul, unicelular sau pluricelular (uniseriat sau ramificat), rareori absent; glanda, capul sau partea secretoare, unicelulară sau pluricelulară (cu 2, 4 sau 8 celule dispuse în acelaşi plan sau etajat, toate având o cuticulă comună). Produsul secretat se acumulează între peretele celulelor secretoare şi cuticulă; aceasta se bombează şi va plesni (la atigere sau pe vreme foarte uscată), eliberând astfel uleiul eteric;

- **glandele secretoare**: peri secretori de tip special, ce elimină enzime proteolitice, nectar, apă:

  - glande digestive: caracteristice plantelor carnivore; secretă şi elimină enzime proteolitice;
  - glande nectarigene: secretă nectar şi sunt de două categorii: florale şi extraflorale (pe stipele, la baza peţiolului şi a limbului foliar);
  - hidatode: elimină apă lichidă cu săruri minerale, prin procesul de gutaţie, la nivelul stomatelor acvifere ale frunzelor; pot fi active şi pasive (cu un parenchim numit epitem sub camera substomatică a celor două celule stomatice moarte, permanent deschise);

- **buzunare sau pungi secretoare**: spaţii intercelulare izodiametrice, căptuşite de unul sau câteva straturi de celule epiteliale (secretoare de uleiuri eterice, răşini, balsamuri, gume, mucilagii); sunt prezente în tulpina, frunzele şi fructul multor plante (rutacee, mirtacee, hipericacee, cactacee, compozee);

- **canale secretoare**: spaţii intercelulare lungi, înconjurate de un strat de celule epiteliale; la conifere sunt înconjurate şi de un strat de celule mecanice; sunt prezente în toate părţile plantei, fiind întâlnite la numeroase specii şi numindu-se: oleifere (compozee, umbelifere), mucilagigene (malvacee, urticacee), rezinifere (conifere);

- **laticifere**: structuri secretoare plurinucleate, adică sisteme de celule cu pereţii dintre ele dispăruţi (laticifere articulate: anastomozate la unele papaveracee, euforbiacee, compozee şi neanastomozate la unele convovulacee, papaveracee, liliacee) sau celule plurinuclete care cresc nedefinit (laticifere nearticulate: simple la urticacee, canabinacee sau ramificate la unele euforbiacee). În ambele cazuri, latexul (amestec hidrofil complex, de compoziţie chimică variabilă) se acumulează în unica vacuolă centrală şi formează un lichid limpede (leandru, dud) sau lăptos: alb, mai rar brun-gălbui (cânepă), galben (rostopască) sau roşu-oranj (mac). Laticiferele sunt prezente la peste 12.500 de specii, dintre care peste 1800 au cauciuc în latex. Ca localizare se află în diferite organe şi ţesuturi, predominând

Scanned with OKEN Scanner

în scoartă şi liber.

▲ Celule secretoare izolate în frunza de dafin - ***Laurus nobilis* L.** - fam. *Lauraceae* (secţiune transversală)(fig. 50).

În structura frunzei se observă: epidermă superioară, mezofil (diferenţiat în ţesut palisadic bistratificat şi ţesut lacunos pluristratificat) şi epiderma inferioară.

Din loc în loc, în mezofil se observă celule mai mari, lipsite de cloroplaste, pline cu picături de ulei aromatic, datorită cărora frunzele de dafin sunt utilizate drept condiment. Ulterior peretele celulelor secretoare se suberifică uşor.

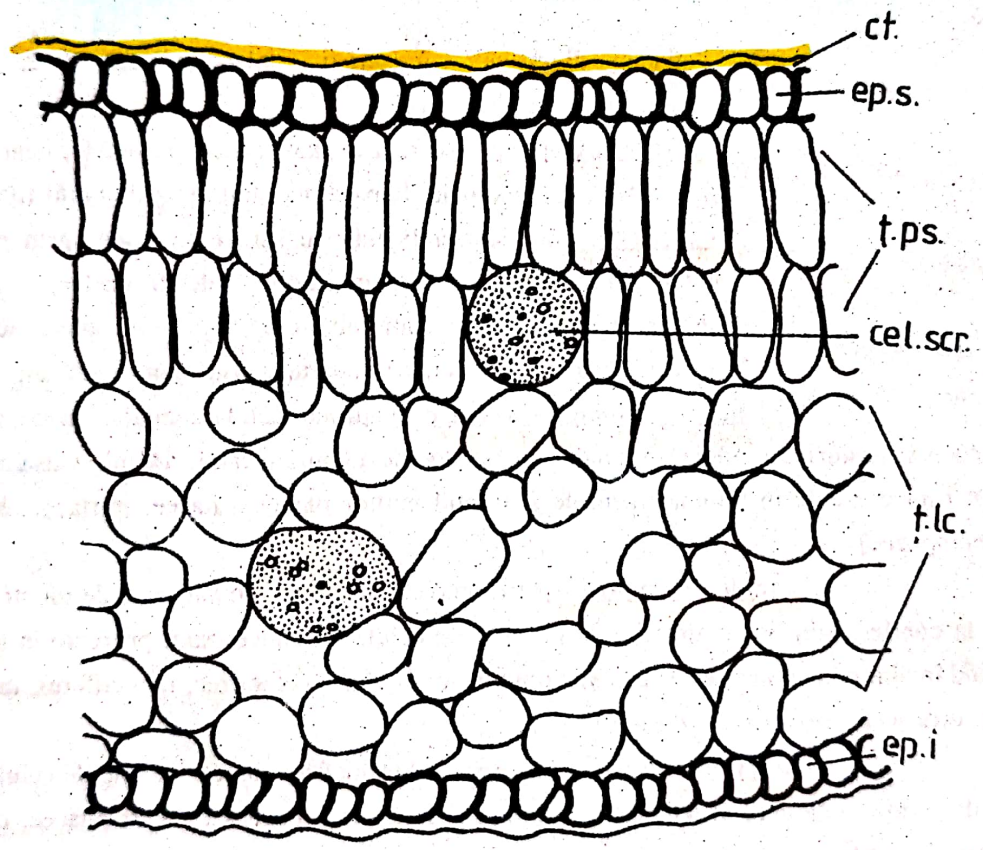


Fig. 50. Celule secretoare, în frunza de *Laurus nobilis*; secţiune transversală prin limb.
cel.scr - celule secretoare; **ct** - cuticulă; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **ţ** - ţesut (**lc** - lacunos; **ps** - palisadic)(orig.)

▲ Papile secretoare la petalele florilor de muşcată - ***Pelargonium zonale* L.** - fam. *Geraniaceae* (secţiune transversală) (fig. 51).

În structura petalei deosebim: epidermă superioară, mezofil omogen (celule

Scanned with OKEN Scanner

parenchimatice lipsite de cloroplaste) şi epidermă inferioară.

Toate celulele epidermice sunt transformate în papile conice, cu vârful rotunjit, care secretă uleiuri volatile răspunzătoare de parfumul florilor.

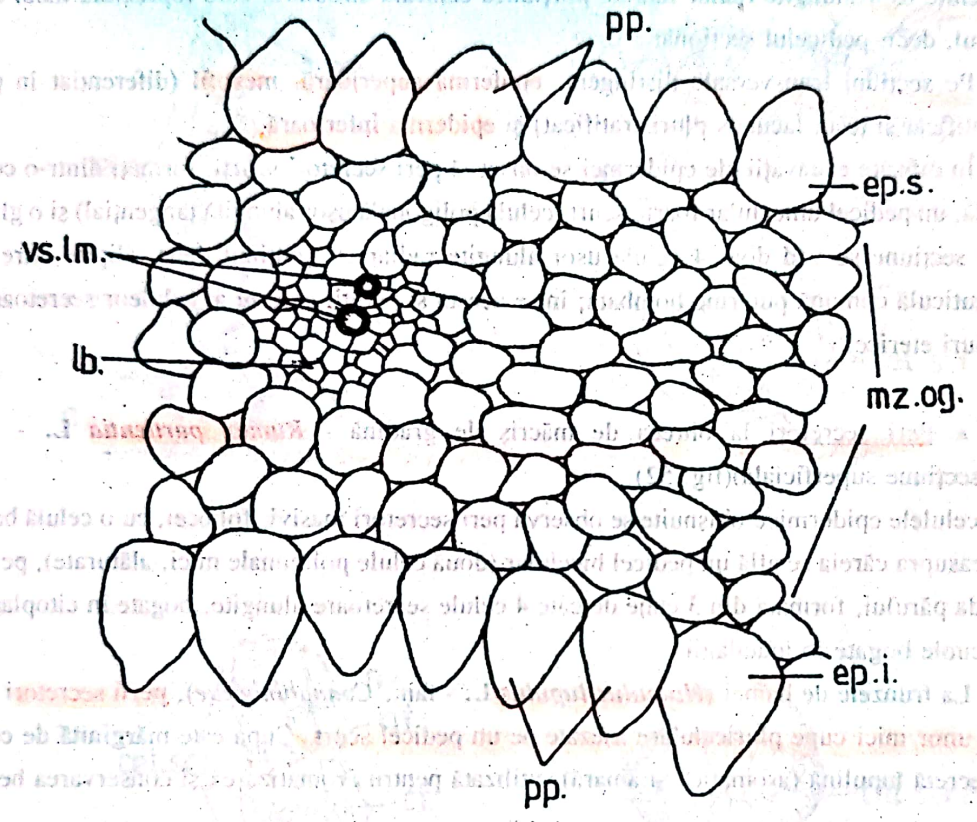


Fig. 51. Papile secretoare, la Pelargonium zonale; secţiunetransversală prin petală:
ep - epidermă (i - interioară; s - superioară); lb - liber; mz.og - mezofil omogen; pp - papile sectretoare; vs.lm -vase de lemn (orig.)

▲ Peri secretori la frunza de ***Pelargonium zonale*** (L.) L'Hérit - fam. *Geraniaceae* (secţiuni: transversală şi superficială)(fig. 52 a).

În structura limbului foliar distingem: epidermă superioară, mezofil (diferenţiat în ţesut palisadic unistratificat şi ţesut lacunos pluristratificat) şi epidermă inferioară.

La nivelul epidermei se observă peri secretori pluricelulari vii, cu celulă bazală poligonală, pedicel pluricelular uniseriat (câteva celule dreptunghiular - alungite, suprapuse unele peste altele) şi glandă unicelulară de formă aproximativ sferic-piriformă, bogată în citoplasmă şi uleiuri eterice; acestea difuzează prin peretele extern, acumulându-se între acesta şi cuticulă, pe care o bombează (în final cuticula se rupe, punând în libertate substanţele secretate).

Scanned with OKEN Scanner

▲ Peri secretori la frunza de mentă - ***Mentha x piperita*** **L.** - fam. *Lamiaceae* (secţiuni: superficială şi transversală)(fig. 52).

Pe secţiuni superficiale, printre celulele epidermice se observă glanda părului secretor, formată din 8 celule uşor alungite radiar faţă de porţiunea centrală circulară, care reprezintă locul unde s-a desprins părul, deci pedicelul secţionat.

Pe secţiuni transversale distingem: epiderma superioară, mezofil (diferenţiat în ţesut palisadic unistratificat şi ţesut lacunos pluristratificat) şi epiderma inferioară.

În diferite excavaţii ale epidermei se observă peri secretori scurţi, formaţi dintr-o celulă bazală poligonală, un pedicel unicelular foarte scurt (celulă poligonală uşor alungită tangenţial) şi o glandă octocelulară; în secţiune se văd doar 4 celule uşor alungite radiar cu conţinut dens, alipite între ele, acoperite de o cuticulă comună puternic bombată; între acesta şi pereţii externi ai celuleor secretoare se acumulează uleiuri eterice.

▲ Peri secretori la ohreea de măcriş de grădină - ***Rumex partientia*** **L.** - fam. *Polygonaceae* (secţiune superficială)(fig. 52).

Printre celulele epidermice obişnuite se observă peri secretori masivi, foliacei, cu o celulă bazală foarte scurtă, deasupra căreia se află un pedicel bicelular (două celule poligonale mici, alăturate), pe care se sprijină glanda părului, formată din 3 etaje de câte 4 celule secretoare alungite, bogate în citoplasmă, cu nucleu şi vacuole bogate în mucilagii.

La frunzele de hamei (***Humulus lupulus*** **L.** - fam. *Cannabinaceae*), perii secretori (fig. 52) au aspectul unor mici cupe pluricelulare aşezate pe un pedicel scurt. Cupa este mărginită de celule glandulare ce secretă lupulină (aromatică şi amară), utilizată pentru aromatizarea şi conservarea berii.

▲ Buzunare (pungi) secretoare în frunza de lamâi - ***Citrus limonium*** **L.** - fam. *Rutaceae* (secţiune transversală)(fig. 53).

Într-o secţiune transversală prin frunză se disting: epiderma superioară, mezofil (diferenţiat în ţesut palisadic bistratificat şi ţesut lacunos pluristratificat) şi epidermă inferioară. Unele celule din mezofil conţin cristale simple de oxalat de calciu.

Buzunarele secretoare sunt localizate în mezofil, mai aproape de epiderma superioară. Fiacare buzunar secretor este format dintr-o cavitate colectoare centrală, înconjurată de câteva straturi de celule epiteliale cu pereţi foarte subţiri, alungite tangenţial faţă de aceasta şi secretoare de ulei eteric; prin ruperea peretelui lor intern, celulele epitelială eliberează produsul secretat în cavitateta centrală.

▲ Canale secretoare în frunza de pin - ***Pinus sylvestris*** **L.**- fam. *Pinaceae* (secţiune

Scanned with OKEN Scanner

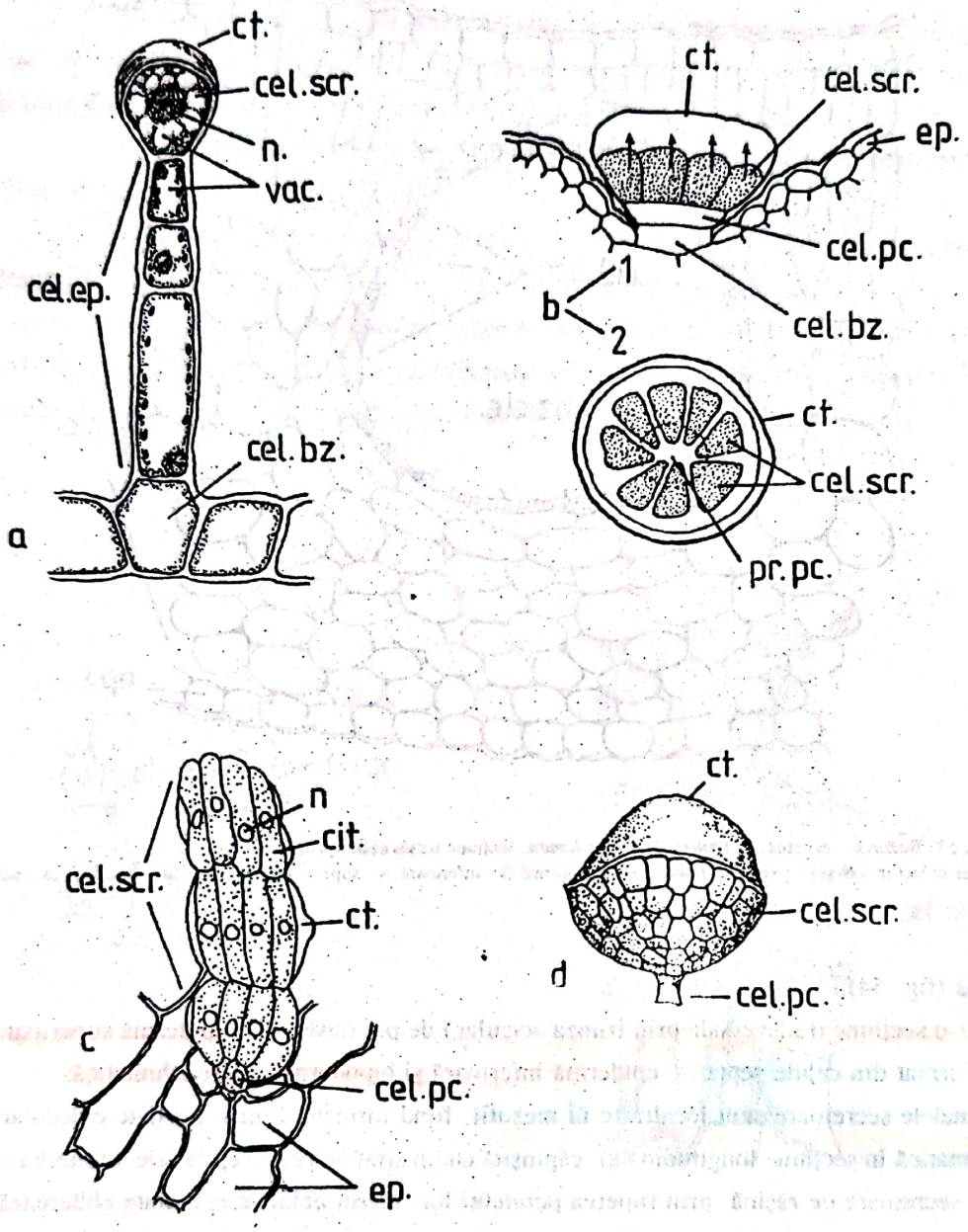


Fig. 52. Peri secretori la frunza de: a - *Pelargonium zonale;* b - *Mentha x piperita;* c - *Rumex patientia*; secţiune transversală (a, b_1, d) şi superficială (b_2, c):
cel - celule (bz -bazală; cp - ale corpului; pc - picior; scr - secretoare);cit - citoplasmă; ct - cuticulă; ep - epidermă; n - nucleu; pr.pc - proiecţia piciorului; vac - vacuole (d. Tarnavschi şi colab.)trasversală)(fig. 54).

Scanned with OKEN Scanner

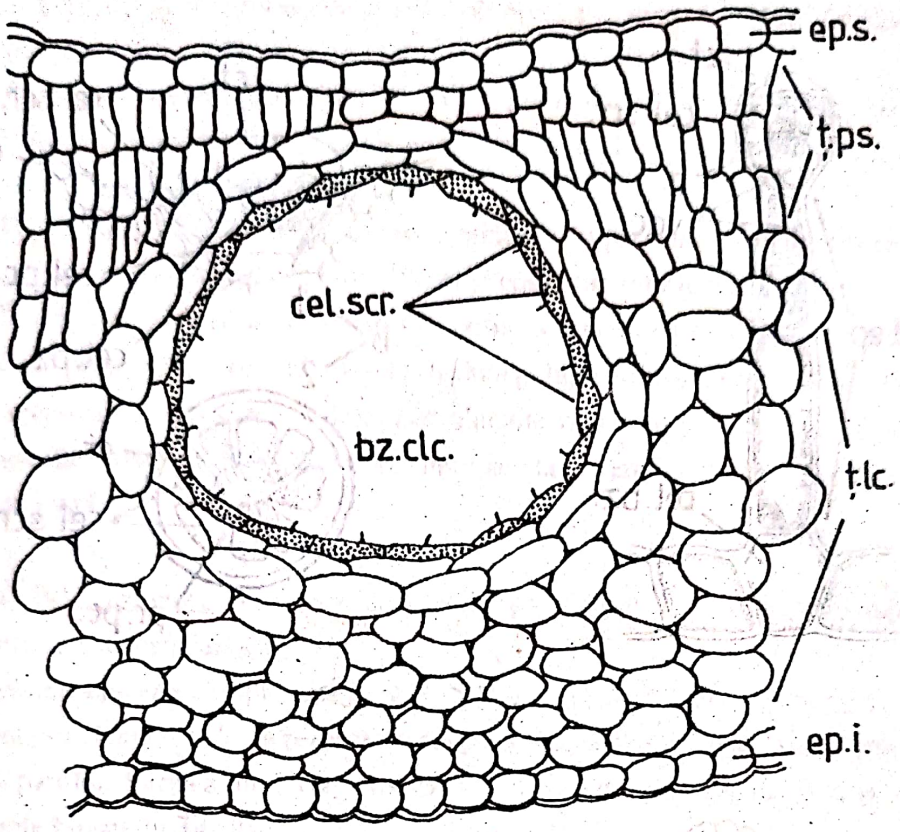


Fig. 53. Buzunar secretor, în frunza de *Citrus lemon*: secţiune trasnversală prin limb:
bz.clc - buzunar colector; **cel.scr** - celule secretoare; **ep** - epidermă (i - inferioară; s - superioară); ţ - ţesut (lc - lacunos; ps - palisadic)(orig.)

transversală (fig. 54).

Într-o secţiune transversală prin frunza aciculară de pin observăm: epidermă superioară, mezofil (omogen, format din celule septate), epidermă inferioară şi hipoderma sclerenchimatică.

Canalele secretoare sunt localizate în mezofil, fiind formate dintr-o cavitate colectoare centrală (prozenchimatică în secţiune longitudinală), căptuşită cu un strat de celule epiteliale (cu multă citoplasmă şi nucleu), secretoare de răşină; prin ruperea peretelui lor intern, celulele epiteliate eliberează produsul secretat în cavitatea centrală.La periferie, canalul secretor este înconjurat de un strat de celule sclerenchimatice, de formă poligonală şi cu peretele foarte puternic îngroşat.

▲ Celule secretoare de latex (laticifere) în rădăcina de păpădie - *Taraxacum officinale*

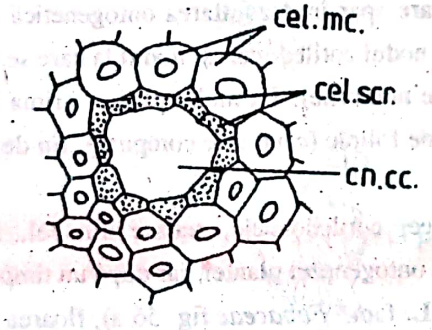
Scanned with OKEN Scanner

L.- fam. *Astraceae* (secţiuni: transversală şi longitudinală) (fig. 55).

Într-o secţiune transversală prin rădăcină distingem: periderma, parenchim cortical primar, un inel de liber secundar (tuburi ciuruite, celule anexe, celule de parenchim liberian) şi un corp central de lemn secundar (vase, celule de parenchim şi fibre lemnoase).

În parenchimul cortical se observă celule mai mult sau mai puţin rotunjite, cu pereţi mai groşi, pline cu latex.

Într-o secţiune longitudinală, celulele cu latex ne apar sub formă de tuburi lungi, fără pereţi despărţitori (aceştia s-au resorbit), anastomozate între ele, realizând astfel o reţea. Laticiferele de păpădie sunt articulate; datorită anastomozelor, aceste elemente formează un complex de celule fuzionate, cu citoplasmă parietală, în care se observă numeroşi nuclei, şi vacuolă centrală mare, bogată in latex. Acest sistem de tuburi lacitifere se întinde până în vârful tulpinii şi al rădăcinii.



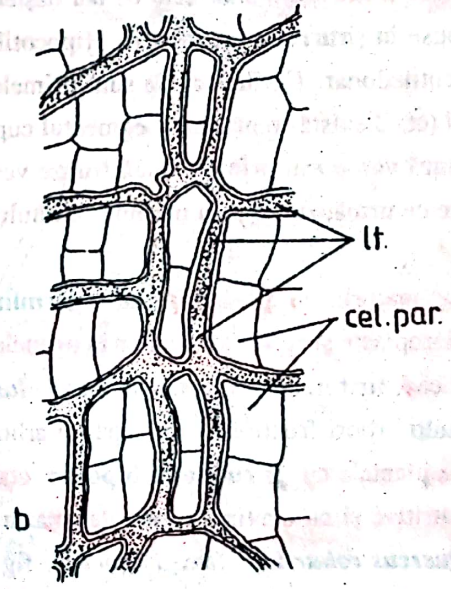


Fig. 54. (stânga). Canal secretor, în frunza de *Pinus sylvestris;* secţiune transversală prin frunză: **cel** - celule (**mc** - mecanice; **scr** - secretoare); **cn.cc** - canal colector (orig.)

Fig. 55. (dreapta). Laticifere, rădăcina de *Taraxacum officinale;* secţiune longitudinală: **cel.par** - celule parenchimatice; **lt** - laticifere (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

III ORGANOGRAFIE
(morfologie şi anatomie)

A. Morfologia şi anatomia organelor vegetative

Morfologia plantulelor

Plantula este un stadiu din dezvoltarea ontogenetică a plantei, când sunt prezente: rădăcina principală cu rădăcini secundare de prim ordin, hipocotilul, epicotilul (când există), cotiledonul sau cotiledoanele, prima frunză (primară) sau primordială şi a doua (următoare), iar cea de a treia abia se desface.

Rădăcina principală este cea care ia naştere din radicula embrionului seminţei. Rădacinile secundare de prim ordin sunt cele ce iau naştere, pe cale endogenă, din periciclul rădăcinii principale, fiind dispuse în şiruri sau ortostihuri. Hipocotilul este segmentul cuprins între baza rădăcinii principale şi nodul cotiledonar. Cotiledoanele sunt primele frunze care apar în dezvoltarea ontogenetică a plantei. Epicotilul (când există) reprezintă segmentul cuprins între nodul cotiledonar şi nodul la care se formează prima frunză verde sau primele două frunze verzi (numite nomofile). La multe plante, prima frunză se deosebeşte de următoarele prin mărime, alcătuire, număr de foliole (când este compusă), tip de inciziuni ş. a.

La majoritatea plantelor, cu **germinaţie epigee**, cotiledoanele, scoase din sol, formează cloroplaste şi au rol asimilator în primele etape ale ontogenezei plantei, iar după un timp se usucă şi cad, (trifoi, sparcetă, fasole ***Phaseolus vulgaris*** **L.** fam. ***Fabaceae*** fig. 56 a), floarea soarelui, mulţi arbori fructiferi - măr, păr şi arbori de pădure - tei, fag, carpen).

La plantele cu **germinaţie hipogee**, cotiledoanele rămân în sol, sunt groase, bogate în rezerve nutritive şi nu conţin cloroplaste (mazăre, bob ***Vicia faba*** **L.** fam. ***Fabaceae***, fig. 56 b, stejar ***Quercus robur*** **L.** - fam. ***Fagaceae***, fig. 56 c, majoritatea graminee lor, porumb ***Zea mays*** **L.**, fig. 56 d, între care şi cerealele); pe măsură ce plantula creşte, cotiledoanele se golesc de rezervele nutritive, se usucă şi cad.

Analiza morfologică comparativă a plantulelor se referă la: modul de germinare a seminţelor, caracterele rădăcinii hipocotilului şi epicotilului (formă, mărime), ale cotiledoanelor (număr, formă, mărime, pilozitate, configuraţia nervaţiunii), frunzei sau frunzelor următoare şi ale internodurilor dintre ele.

Scanned with OKEN Scanner

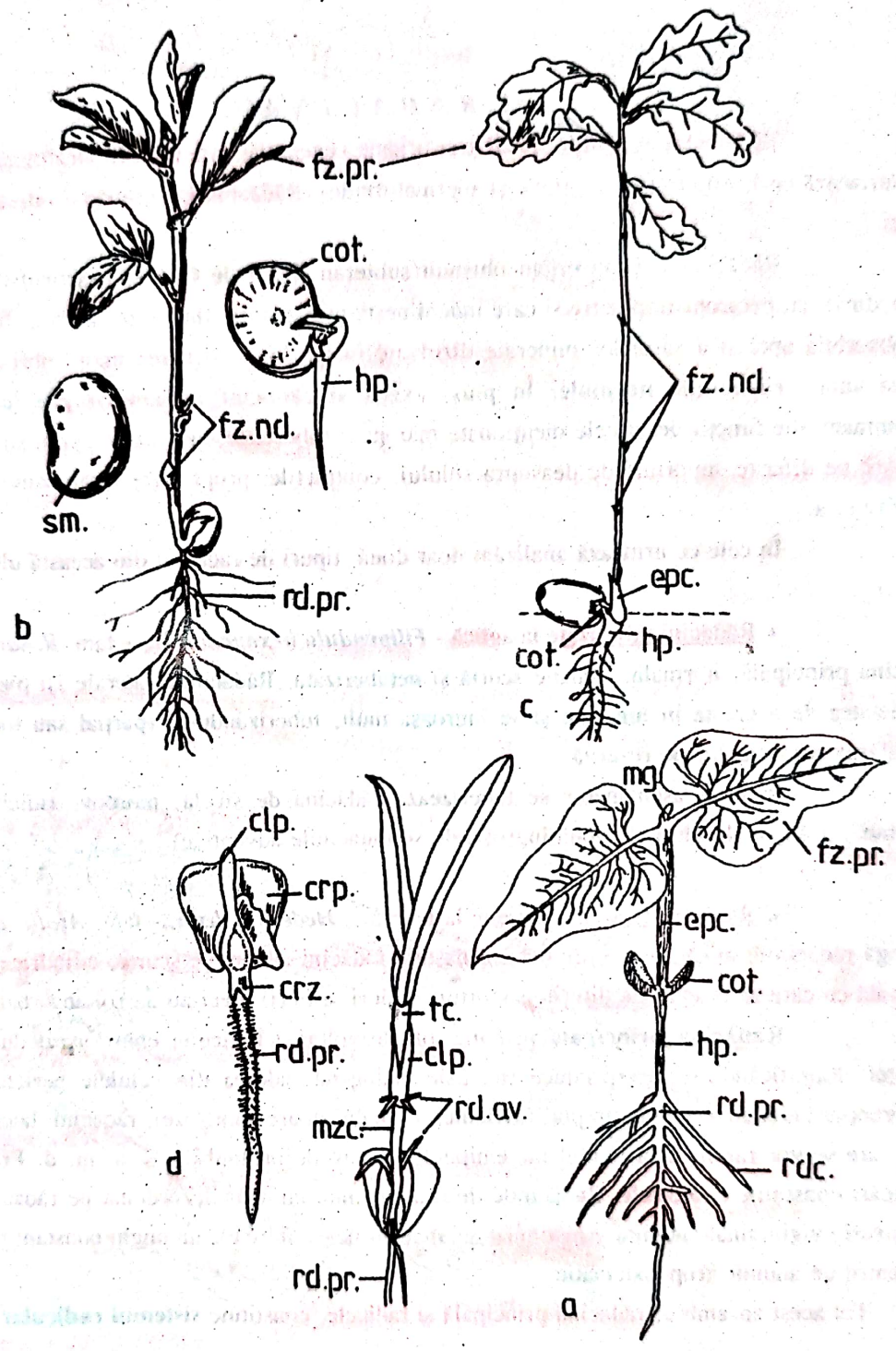


Fig. 56. Tipuri de plantule după modul de germinare: a- *Phaseolus vulgaris;* b - *Vicia faba*; c - *Quercus robur*; d - *Zea mays*: cot - cotiledon; clp - coleoptil; crp - cariopsă; crz - coleoriză; epc - epicotil; fz - frunze (pr - primare; nd - nediferențiate); hp - hipocotil; mg - muguraș (gemulă sau plumulă); mzc - mezocotil; rd.av - rădăcini adventive; rd.pr - rădăcină primară; rdc - radicele (rădăcini secundare) (a - d. Tarnavschi și colab; b, c - d. Serebreakov)

Scanned with OKEN Scanner

I. RĂDĂCINA

Rădăcina este unul din cele trei organe vegetative care intră în alcătuirea cormului, deci caracterizează cormofitele (pteridofitele şi spermatofitele). Rădăcina împreună cu tulpina formează axa plantei.

Rădăcina este un organ obişnuit subteran, lipsit de frunze, nearticulat (fără noduri şi internoduri), cu geotropism pozitiv şi care îndeplineşte următoarele funcţii principale: fixarea plantei în sol, absorbţia apei şi a sărurilor minerale dizolvate în ea, înmagazinarea unor substanţe de rezervă; acestea sunt **rădăcinile normale**. În plus, există şi **rădăcini metamorfozate** (care îndeplinesc predominant alte funcţii decât cele menţionate mai sus): tuberizate, aeriene, respiratoare, asimilatoare, fixatoare pe diferite suporturi de deasupra solului, contractile, proptitoare, drajonante, cu nodozităţi, micorize ş. a.

În cele ce urmează analizăm doar două tipuri de rădăcini din această ultimă categorie:

▲ Rădăcini tuberizate la aglică - ***Filipendula hexapetala*** **L.** - fam. *Rosaceae* (fig. 57 a). Rădăcina principală, normală, rămâne scurtă şi netuberizată. Rădăcinile laterale îşi pierd de timpuriu proprietatea de a creşte în lungime şi se îngroaşă mult, tuberizându-se (parţial sau total), servind la acumularea substanţelor de rezervă.

În mod asemănător se tuberizează rădăcina de sfeclă, morcov, ridiche, sparanghel, gherghină, grâuşor (la ultimele două îngroşându-se rădăcinile adventive).

▲ Rădăcini fixatoare aeriene la iederă - ***Hedera helix*** **L.**- fam. *Araliaceae* (fig. 57 b). Pe lângă rădăcinile normale, pe tulpină iau naştere rădăcini adventive scurte, cilindrice, cu o ventuză terminală cu care se fixează de diferite suporturi (ziduri, arbori), deci nu au rol absorbant.

Rădăcina principală provine din dezvoltarea radiculei embrionare după germinarea seminţei. Ramificându-se, ea produce (pe cale endogenă, adesea din celulele periciclului, care se dediferenţiază mai cu seamă în dreptul fasciculelor conducătoare lemnoase), rădăcini laterale de ordinul întâi, care se vor ramifica la rândul lor emiţând rădăcini de ordinul doi ş. a. m. d. Produsul acestor ramificări constituie **radicelele**. Rădăcinile de ordinul întâi nu apar dezordonat pe rădăcina principală, ci în şiruri longitudinale numite ortostihuri; acestea formează între ele un unghi constant pentru o specie sau pentru un anumit grup sistematic.

Tot acest ansamblu, rădăcină principală şi radicele, constituie **sistemul radicular** al plantei.

Scanned with OKEN Scanner

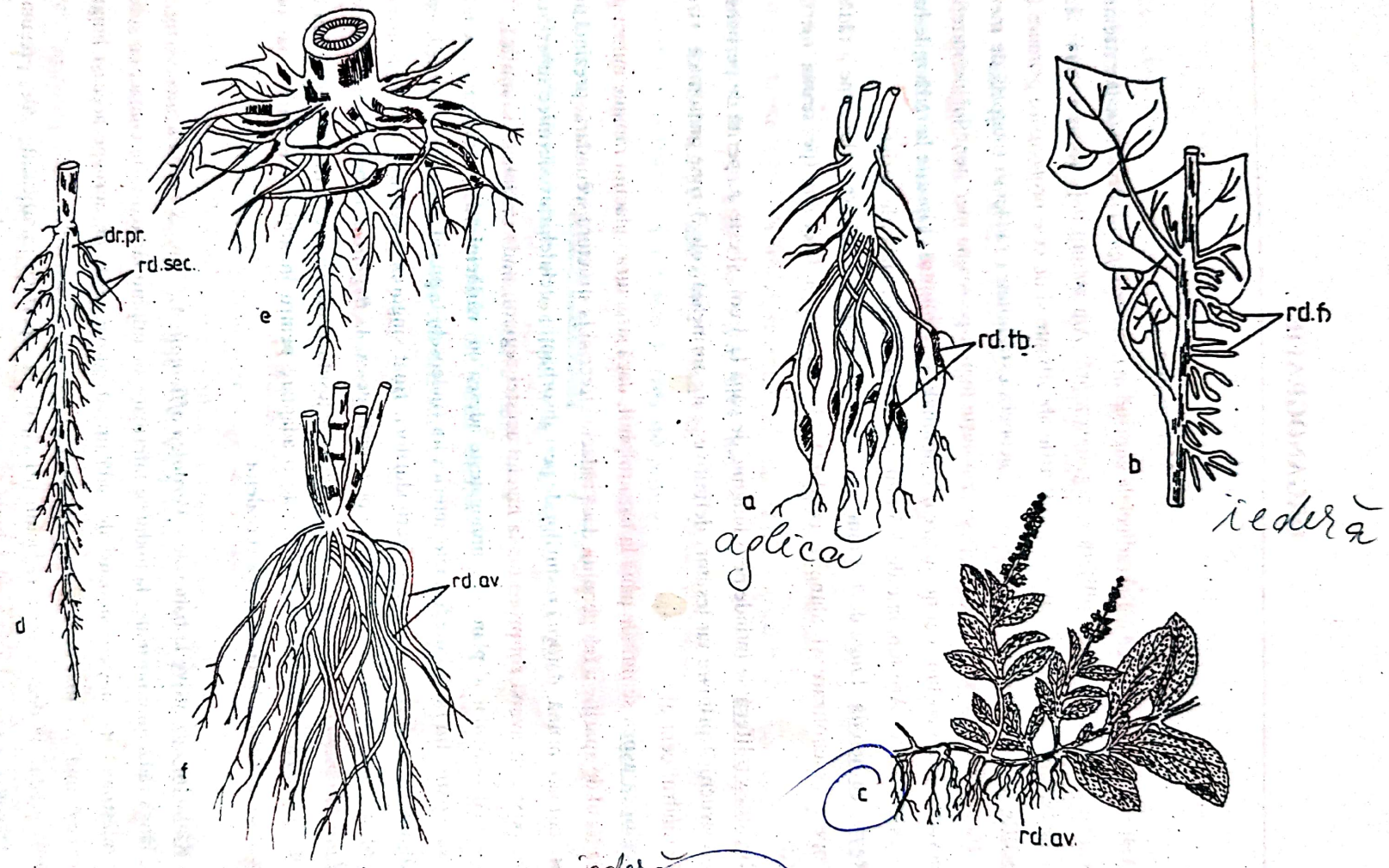


Fig. 57. Tipuri de rădăcini: a - tuberizată, la *Filipendula hexapetala*; b - fixatoare, la *Hedera helix;* c - adventive la *Veronica officinalis;* d - pivotantă, la *Sinapis arvensis;* e - rămuroasă, la *Malus pumila;* f - fasciculată, la *Festuca ovina;*:
rd - rădăcini (av - adventive; fx - fixatoare; pr - principală; sc - secundare; tb - tuberizate)(a, b, d, e, f - d. Tarnavschi și colab, c - d. Flora RPR)

a. Morfologie

Atât rădăcina principală cât şi radicelele cuprind mai multe regiuni plecând de la extremitatea lor: scufia, regiunea netedă, regiunea piliferă şi regiunea aspră. Am amintit deja aceste regiuni când ne-am ocupat de meristemul apical radicular, de ţesuturile absorbante şi de cele protectoare primare (fig. 18).

Scufia un coif în formă de degetar, ce acoperă extremitatea rădăcinii (ocupată de meristemele primare). Ea se exfoliază spre exterior şi se reînoieşte mereu pe seama meristemului de întreţinere. La plantele acvatice este mai lungă şi nu se uzează, numindu-se rizomitră. Lipseşte la rădăcinile-haustori şi la plantele micorizante. Are lungime de 2-3 mm sau mai mult la rădăcinile aeriene.

Regiunea netedă, lungă de 1-3 mm, corespunde regiunii de creştere în lungime a rădăcinii sau de diferenţiere (vacuolizare şi alungire celulară), de formare a liberului (pe seama meristemului procambial).

Regiunea piliferă se întinde pe o lungime de până la 3 cm, şi este acoperită de peri absorbanţi; corespunde structurii primare cu ţesuturi definitive, care formează cele 3 zone anatomice: rizoderma, scoarţa şi cilindrul central.

Regiunea aspră se întinde până la baza tulpinii, dacă structura rădăcinii rămâne numai primară, sau până la locul de apariţie a felogenului, dacă rădăcina trece şi la structura secundară; prezintă un aspect rugos şi are culoare brună, datorită resturilor de peri absorbanţi şi celulelor exodermice suberificate care iau locul rizodermei, având rol protector la nivelul acestei regiuni, unde rădăcina se ramifică.

Sistemul radicular al plantei se îmbogăţeşte adesea cu **rădăcini adventive**, care pot înlocui în totalitate sau o parte din rădăcinile formate anterior lor (îndeosebi la pteridofite şi monocotiledonate). Ele apar pe tulpină (la noduri şi în lungul internodurilor), fiind singurele rădăcini prezente la plantele cu tulpini subterane; mai rar, ele pot să apară şi pe frunze (de ex. la ***Begonia***), la baza unor muguri (de ex. ***Bryophyllum, Kalanchoe***) şi plecând de la fragmente de ţesuturi cultivate pe medii artificiale ("in vitro"). Însuşirea de a produce rădăcini adventive este o adaptare pentru înmulţirea vegetativă, iar omul se bazează pe acestă însuşire la tăvălugirea cerealelor.

▲ **Rădăcini adventive** la babornic - *Veronica officinalis* L.- fam. *Scrophulariaceae* (fig. 57 c).

Pe lângă rădăcinile normale, la nodurile inferioare ale tulpinii târâtoare (în contact cu substratul umed sau mlăştinos) iau naştere smocuri de rădăcini adventive, toate de aproape aceeaşi lungime şi grosime, contribuind la o mai bună fixare a plantei.

După gradul de dezvoltare a rădăcinii principale în raport cu ramificaţiile sale, precum şi în funcţie de dezvoltarea sau reducerea celei dintâi se cunosc trei tipuri de rădăcini.

1° Rădăcini pivotante. Rădăcina principală, provenită din radicula embrionului

Scanned with OKEN Scanner

seminţei, creşte ortotrop, negativ geotropic, înfigându-se ca un pivot (ţăruş) în sol. Din rădăcina principală se formează rădăcini laterale sau secundare mai slab dezvoltate, dispuse în ortostihuri, ce pătrund oblic în substrat, ramificându-se la rândul lor de repetate ori. Se întâlnesc la crucifere, umbelifere, leguminoase ş. a.

▲ **Rădăcini pivotante** la muştarul sălbatic - ***Sinapis arvensis* L.** - fam. *Brassicaceae* (fig. 57 d). Rădăcina principală este mult mai lungă şi mai groasă decât ramificaţiile sale; acestea iau naştere pe cale endogenă, în dreptul fasciculelor lemnoase ale rădăcinii principale.

2° Rădăcini rămuroase. Ramificaţiile de ordinul întâi au o dezvoltare asemănătoare şi chiar mai puternică decât rădăcina principală. Se întâlnesc la plantele lemnoase (arbori şi arbuşti), mai rar la cele ierboase (ricin); la arbori, sistemul radicular rămuros poate fi pivotant (stejar, fag), pivotant-trasant (tei, carpen, arţar) sau trasant (pin, brad, molid).

▲ **Rădăcini rămuroase** la măr - ***Malus sp.*** - fam. *Rosaceae* (fig. 57 e). Rădăcinile de prim ordin nu se deosebesc ca lungime şi grosime de rădăcina principală.

3° Rădăcini fasciculate (firoase). Acestea sunt adventive ca origine, înlocuind rădăcina principală (care dispare de timpuriu sau este foarte puţin dezvoltată). Au toate aproximativ aceeaşi lungime şi grosime. Caracterizează multe monocotiledonate, îndeosebi graminee. La porumb rădăcina principală moare devreme şi din partea inferioară a tulpinii, la noduri, se formează rădăcini adventive, ce pătrund vertical, oblic sau orizontal în sol, ramificându-se la rândul lor.

▲ **Rădăcini fasciculate** la păiuş - ***Festuca ovina* L.** - fam. *Poaceae* (fig. 57 f). Toate rădăcinile adventive, de aproximativ aceeaşi grosime şi lungime, iau naştere la nodurile bazale ale tulpinii.

b. Anatomie

1° Structura primară

Originea structurii primare se află în apexul meristematic radicular. În urma diviziunilor repetate şi a procesului de diferenţiere celulară, din meristemele radiculare se formează ţesuturile definitive ale structurii primare, trecerea de la starea meristematică la cea definitivă având loc in lungul regiunii netede sau de creştere.

Structura primară caracterizează rădăcina tuturor cormofitelor. De la exterior spre centru, la nivelul regiunii pilifere, rădăcina prezintă trei zone anatomice: rizoderma, scoarţa şi cilindrul central.

Rizoderma: celule cu toţi pereţii subţiri, celulozici, multe din ele fiind prelungite adesea în câte un păr absorbant. La rădăcinile aeriene ale epifitelor, rizoderma este pluristratificată, lipsită de peri absorbanţi, formată din celule moarte, alcătuind velamenul (pe care l-am analizat când ne-am ocupat de ţesuturile absorbante).

Scanned with OKEN Scanner

Scoarţa: foarte groasă, amiliferă, adesea diferenţiată în trei subzone:

- *exoderma*: primul sau primele 2-4 straturi de celule externe ale scoarţei, cu pereţi suberificaţi, uneori sclerificaţi şi lignificaţi (ca la multe graminee), având rol protector la nivelul regiunii aspre, unde rizoderma se exfoliază; la nivelul exodermei, printre celulele obişnuite pot rămâne celule vii, mai mici şi cu pereţi celulozici, numite celule de comunicaţie (vizibile la multe epifite şi xerofite);
- *parenchimul cortical*: subzona cea mai groasă a scoarţei, parenchimatic - celulozică, amiliferă, de tip meatic sau lacunos, chiar cu canale aerifere la plantele acvatice şi palustre;
- *endoderma*: stratul cel mai intern al scoarţei, format din celule lungi, având vizibile benzile, punctele sau îngroşările Caspary (suberificate şi lignificate) în pereţii laterali ; de la acest tip de endodermă, numit şi primar, la gimnosperme şi dicotiledonate se trece la tipul secundar (celule cu pereţii moderat şi uniform îngroşaţi, totdeuna suberificaţi), iar la monocotiledonate se trece la tipul terţiar (celule adesea cu pereţii interni şi laterali puternic îngroşaţi şi intens lignificaţi); în ultimele două tipuri de endodermă, între celulele cu trăsături menţionate mai sus rămân, din loc în loc, celule vii de pasaj, situate adesea în faţa polilor de xilem, prin care seva brută absorbită la nivelul stratului pilifer trece la ţesutul conducător lemnos.

Cilindrul central (stelul): delimitat la periferie de *periciclu* (unistratificat la majoritatea dicotiledonatelor, pluristratificat la multe gimnosperme şi monocotiledonate, este format din celule cu peretele subţire şi celulozic, care alternează cu cele ale endodermei; în rădăcinile mai în vârstă ale monocotiledonatelor, celulele pericliclice au perete îngroşat şi lignificat, exceptând poţiunile din dreptul polilor xilemici.

De periciclu se sprijină *fasciculele conducătoare* de liber (floem) şi de lemn(xilem), alternând unele cu altele, fiind dispuse pe un cerc sinuos, separate de raze medulare, toate având dezvoltarea centripetă a elementelor componente. Ca număr, fasciculele variază mult: 2 -3 la ferigi şi gimnosperme, sub 7 - 8 la dicotiledonate, mai multe până la numeroase la monocotiledonate. Numărul fasciculelor de xilem este egal cu cel al fasciculelor de floem.

Floemul se diferenţiază primul şi este totdeuna centripet.

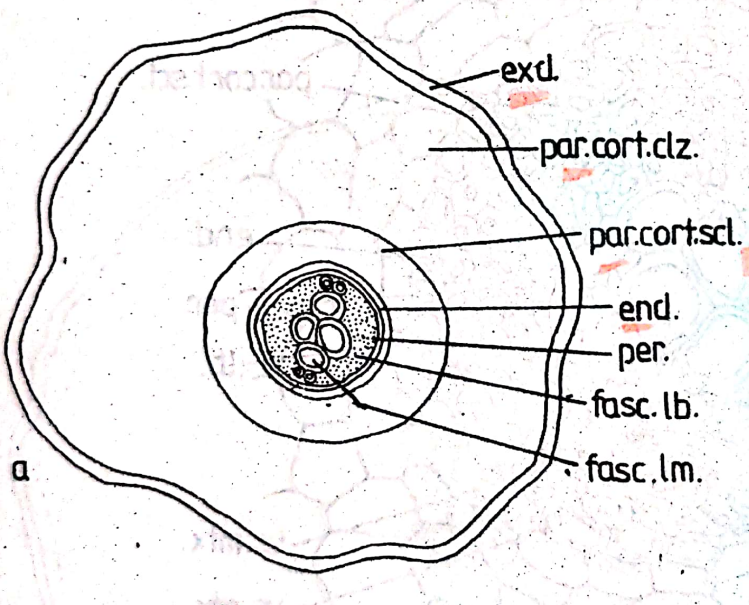
Xilemul se diferenţiază ulterior: iniţial centripet (altern), apoi intermediar (tangenţial) şi în cele din urmă centrifug (suprapus) la majoritatea gimnospermelor şi dicotiledonatelor; la celelalte plante, îndeosebi monocotiledonate, elementele alterne sunt numeroase, cele intermediare rare, iar elementele suprapuse lipsesc.

La cele mai multe dicotiledonate, metaxilemul altern al diferitelor fascicule ocupă centrul cilindrului central, rezultând astfel un actinostel tipic. La monocotiledonate, fasciculele de xilem rămân

individualizate, persistând în acest caz *măduva* în poziţie centrală; aceasta se sclerifică* şi se lignifică în părţile mai în vârstă ale rădăcinilor de monocotiledonate (de ex. ***Iris, Stanhopea***). La aceleaşi plante sunt vizibile şi raze medulare între fascicule, acestea putându-se, de asemenea, sclerifica şi lignifica.

Dintre variaţiile mai importante de structură menţionăm: în alcătuirea fasciculelor de floem pot intra şi fibre de sclerenchim (unele leguminoase); în măduvă se pot forma şi vase izolate de metaxilem (la multe graminee); la faţa internă a fasciculelor de xilem se pot forma elemente de floem (la unele solanacee); la ferigi şi gimnosperme, din alcătuirea floemului lipsesc celulele anexe; la multe plante acvatice, la mulţi arbori şi la epifite nu se formează peri absorbanţi; în scoarţă se pot forma elemente mecanice, celule cristalifere (unele aracee: ***Monstera***) sau laticifere (unele compozee: ***Taraxacum***)

Fig. 58 a



▲ Structura primară a rădăcinii adventive de ferigă - ***Dryopteris filix-mas*** (L.) Schott - fam. *Polypodiaceae*(pteridofite)(secţiune transversală la nivelul regiunii aspre)(fig. 58).

La Pteridofite, rădăcina prezintă in tot cursul perioadei de vegetaţie numai o structură primară.

1° **Scoarţa** cuprinde exodermă, parenchim cortical şi endodermă:

- *exoderma*: unistratificată, cu celule poligonale, având peretele uşor suberificat;
- *parenchimul cortical*: pluristratificat, diferenţiat într-o zonă externă parenchimatic-celulozică, de tip meatic şi o zonă internă uşor sclerificată, toate celulele fiind amilifere;
- *endoderma*: unistratificată, de tip primar, celulele având îngroşarile Caspary în pereţii laterali.

2° **Cilindrul central** cuprinde periciclu, 2 *fascicule* de floem şi 2 *fascicule* de xilem unite

* prin sclerificare urmează să înţelegem îngroşarea pereţilor celulari

Scanned with OKEN Scanner

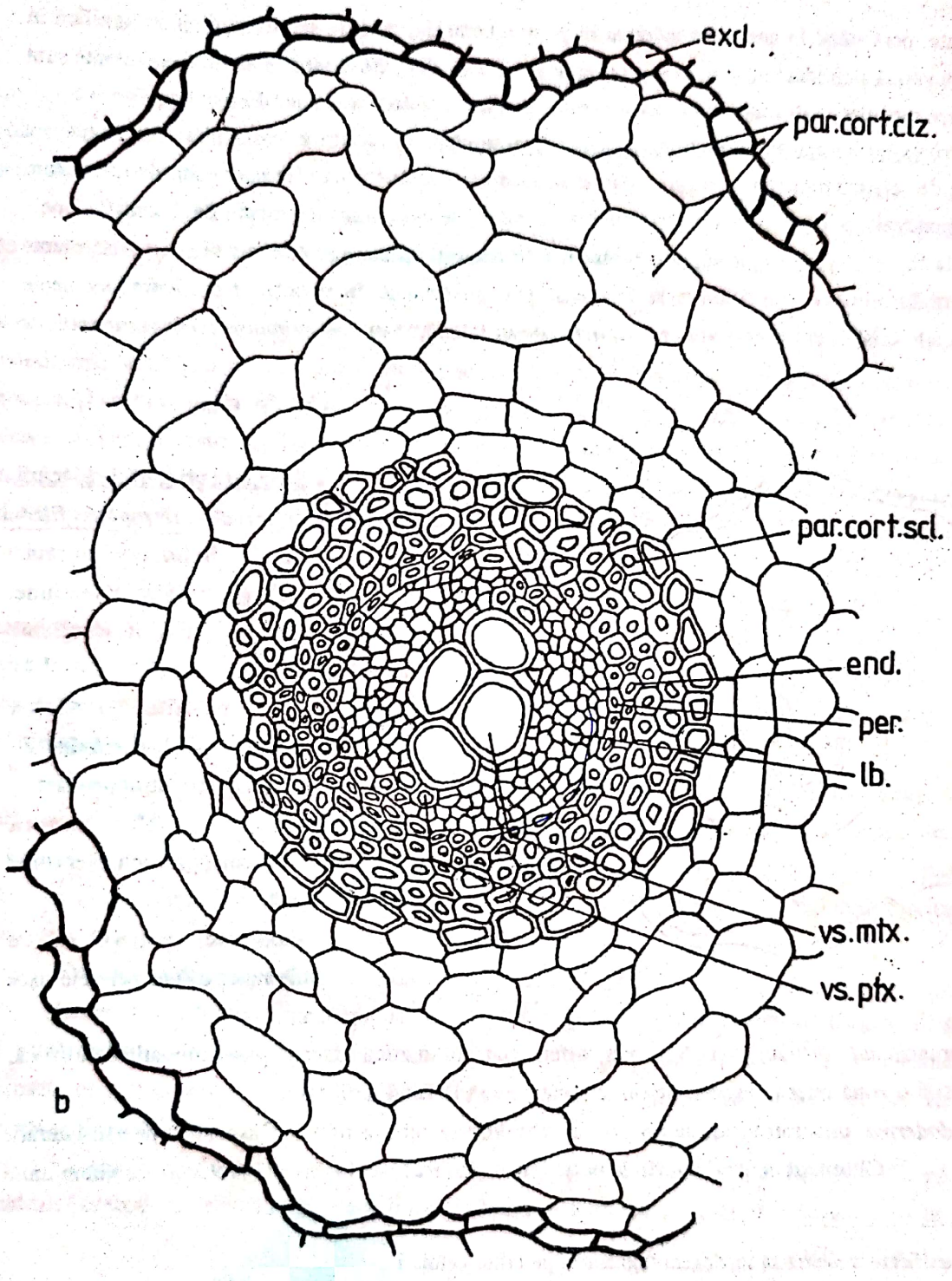


Fig. 58. Structura rădăcinii, la *Dryopteris filix-mas*; secțiune transversală printr-o rădăcină adventivă, schemă (a) și detaliu (b): end - endodermă; exd - exodermă; fasc - fascicul (lb - liberian; lm - lemnos); par.cort - parenchim cortical (clz - celulozic; scl - sclerificat); per - periciclu; vs - vase (mtx - metaxilem; ptx - protoxilem) (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

în centrul rădăcinii; deci rădăcina are o structură de tip diarh. Floemul (liberul): celule ciuruite şi puţine celule de parenchim liberian, toate de contur poligonal, cu pereţi subţiri. Xilemul este diferenţiat în vase de protoxilem mai strâmte, în contact cu pericicluI şi vase de metaxilem mai largi spre centru, toate de contur poligonal, cu pereţii îngroşaţi şi lignificaţi. Unindu-se în centru, cele 2 fascicule de xilem dau impresia unuia singur, fusiform, flancat de floem.

▲ Structura primară a rădăcinii de piciorul cocoşului - ***Ranunculus acer* L.** - fam. *Ranunculaceae* (dicotiledonate)(secţiune transversală)(fig. 59).

În rădăcina tânără, la nivelul regiunii pilifere:

1° **Rizoderma**: 1 strat de celule cu pereţi subţiri, celulozici, din care unele sunt transformate în peri absorbanţi.

2° **Scoarţa**: foarte groasă (aproximativ 20-25 straturi de celule) cuprinzând

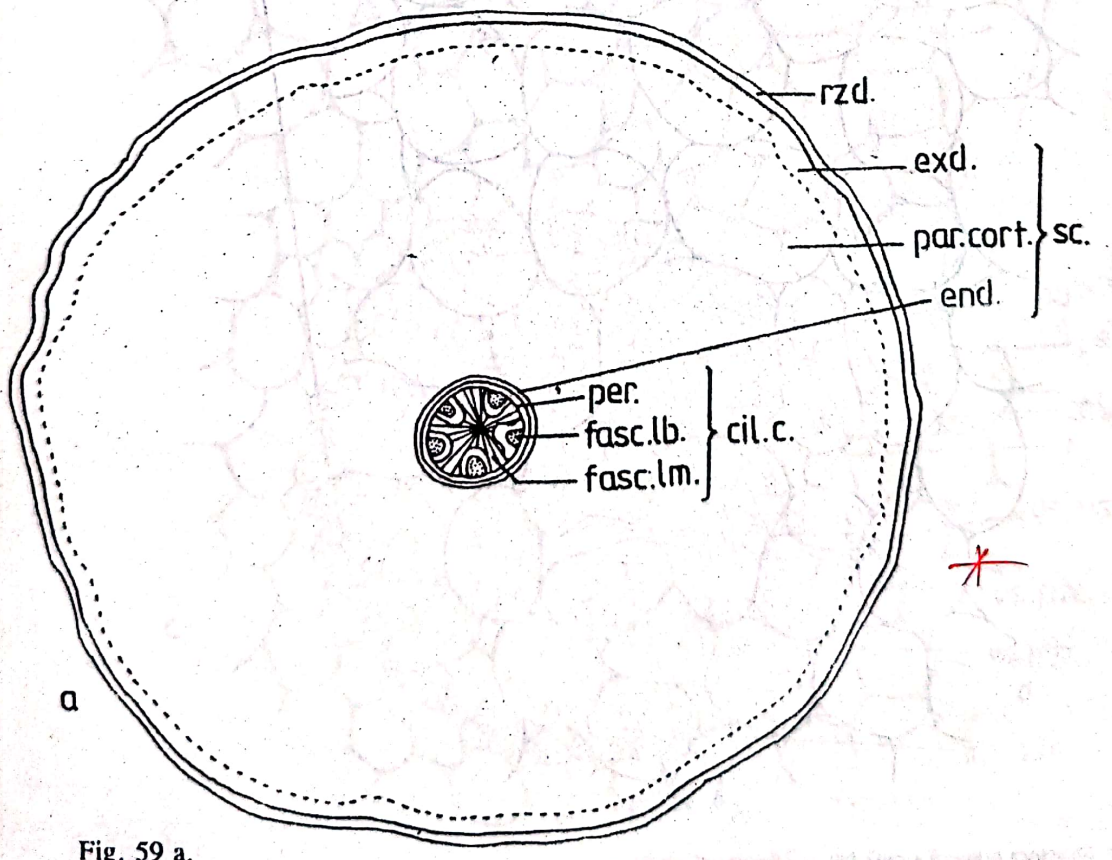


Fig. 59 a.

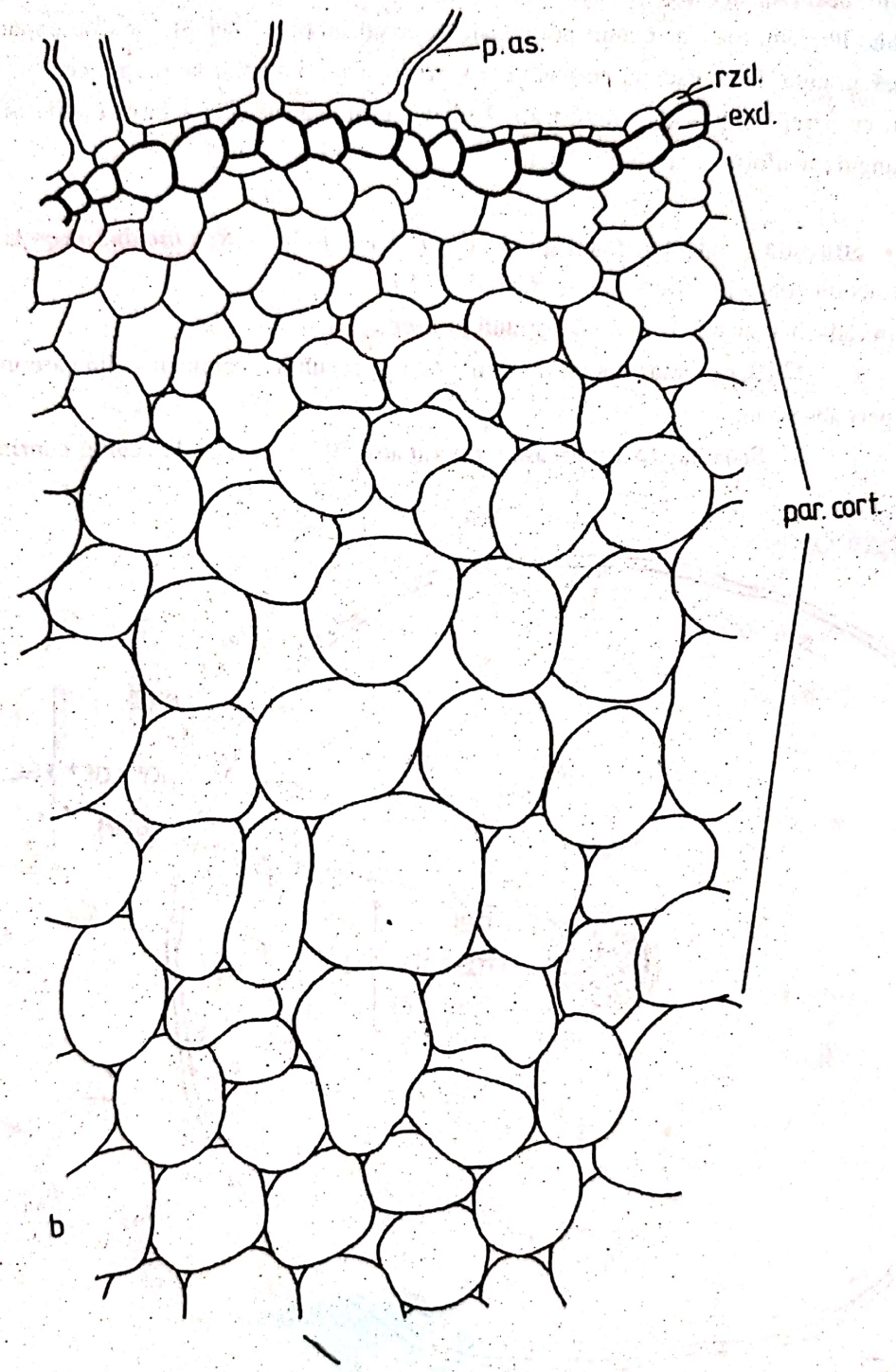


Fig. 59. Structura primară a rădăcinii, la *Ranunculus acer*; secțiune transversală, schemă (a) și detalii (b,c): **cel** - celule (**a** - anexe, **psj** - de pasaj); **cil.c** - cilindru central; **end** - endodermă; **exd** - exodermă; **fasc** - fascicule (**lb** - liberian; **lm** - lemnos); **p.as** - păr absorbant; **par.cort** - parenchim cortical; **per** - pericicliu; **rz.md** - rază medulară; **sc** - scoarță; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem); **t.c** - tub ciuruit (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

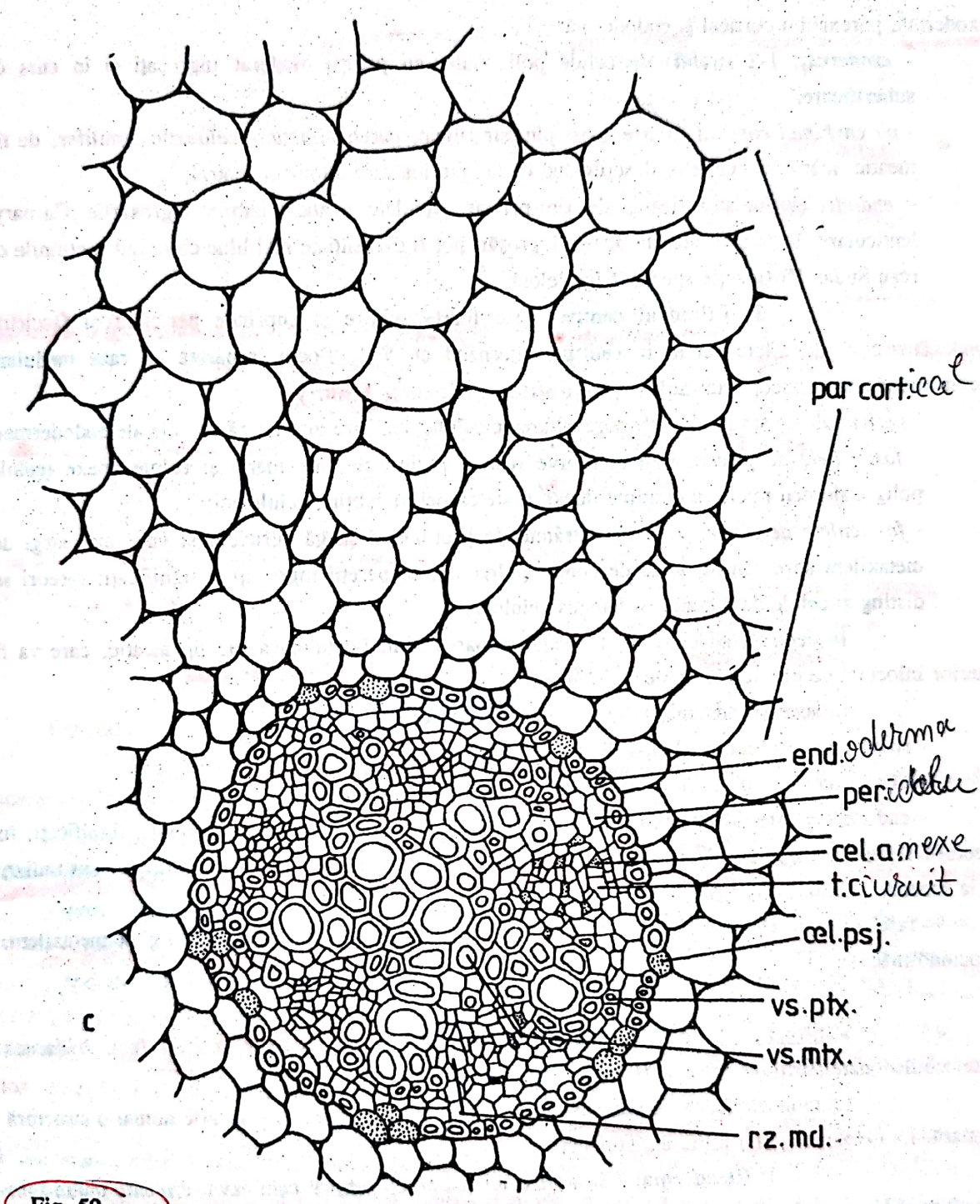


Fig. 59 c.

Scanned with OKEN Scanner

exodermă, parenchim cortical şi endodermă:

- *exoderma*: 1-2 straturi de celule poligonale, cu pereţii moderat îngroşaţi şi în curs de suberificare;
- *parenchimul cortical*: foarte gros, pluristratificat, parenchimatic - celulozic, amilifer, de tip meatic, mărimea celulelor descrescând de la exterior spre cilindrul central;
- *endoderma*: unistratificată, de tip primar, celulele având vizibile îngrosările Caspary, lenticulare, în pereţii laterali; aceste îngroşări pot fi evidenţiate mai bine colorând secţiunile cu roşu Sudan III (reacţie specifică lipidelor).

3° **Cilindrul central**: este foarte subţire şi cuprinde periciclu şi fascicule conducătoare: 5 de xilem (unite în centru), alternând cu 5 de floem, separate de raze medulare parenchimatic-celulozice; deci rădăcina are o structură de tip pentarh;

- *periciclul*: un strat de celule parenchimatic-celulozice, care alternează cu cele ale endodermei;
- *fasciculele de floem*: tuburi ciuruite (celule poligonale mai mari) şi celule anexe (celule poligonale mai mici, cu conţinut dens), toate cu pereţi subţiri, celulozici;
- *fasciculele de xilem*: vase mai strâmte de protoxilem lângă periciclu şi vase mai largi de metaxilem spre centru, toate de contur poligonal, cu pereţii îngroşaţi şi lignificaţi; rareori se disting şi celule de parenchim lemnos celulozic.

În centrul rădăcinii se află *măduva* parenchimati-celulozică, de tip meatic, care va fi ulterior înlocuită de ultimele vase de metaxilem.

În aceeaşi rădăcină, la nivelul regiunii aspre:

- rizoderma este în curs de exfoliere, cu resturi de peri absorbanţi;
- exoderma este tipică, cu celule având pereţii suberificaţi;
- endoderma este de tip secundar, celulele având toţi pereţii moderat îngroşaţi, lignificaţi; în dreptul fasciculelor de xilem rămân celule vii, de pasaj, care permit circulaţia sevei brute în sens radiar, de la scoarţă la cilindrul central;
- fasciculele de xilem vin în contact la centrul organului prin vasele lor foarte largi de metaxilem, înlocuind măduva.

▲ Structura primară a rădăcinii de stânjenel - ***Iris germanica*** **L.** - fam. *Iridaceae* (monocotiledonate)(secţiune transversală)(fig. 60).

La monocotiledonate rădăcina are în tot cursul perioadei de vegetaţie numai o structură primară. La nivelul regiunii pilifere distingem:

1° **Rizoderma**: 1 strat de celule cu pereţi subţiri, celulozici, din care multe sunt transformate în peri absorbanţi; este în curs de exfoliere sau lipseşte la nivelul regiunii aspre.

Scanned with OKEN Scanner

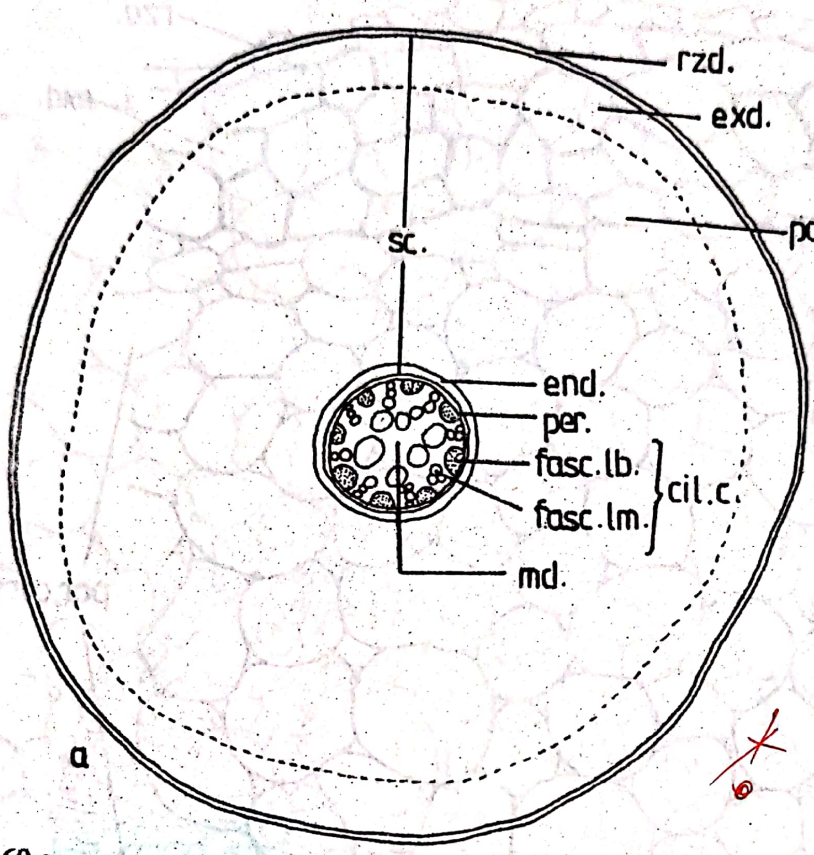


Fig. 60 a

2° **Scoarţa**: pluristratificată (dar cu mai puţine straturi decât la dicotiledonate), cuprinzând exodermă, parenchim cortical şi endodermă:

- *exoderma*: 2- 4 straturi de celule poligonale, cu pereţii moderat îngroşaţi şi suberificaţi (la nivelul regiunii aspre);

- *parenchim cortical*: gros, pluristratificat, parenchimatic-celulozic, amilifer, de tip meatic; mărimea celulelor creşte de la exterior spre mijlocul subzonei şi descreşte apoi spre cilindrul central;

- *endoderma*: unistratificată, de tip primar în rădăcina foarte tânără, de tip terţiar în rădăcina mai în vârstă, unde celulele au pereţii neuniform îngroşaţi: cel intern şi cei laterali sunt puternic îngroşaţi şi lignificaţi, iar cel extern rămâne subţire, celulozic; în felul acesta îngroşările au formă de potcoavă sau forma literei U; în dreptul fasciculelor de xilem rămân celule vii, de pasaj.

3° **Cilindrul central**: mai gros decât la dicotiledonate (deoarece toată viaţa lor rădăcina monocotiledonatelor rămâne numai cu structură primară) şi de tip poliarh, cuprinzând periciclu, fascicule conducătoare (cel puţin 7 de floem, alternând cu tot atâtea de xilem) separate de raze medulare

Scanned with OKEN Scanner

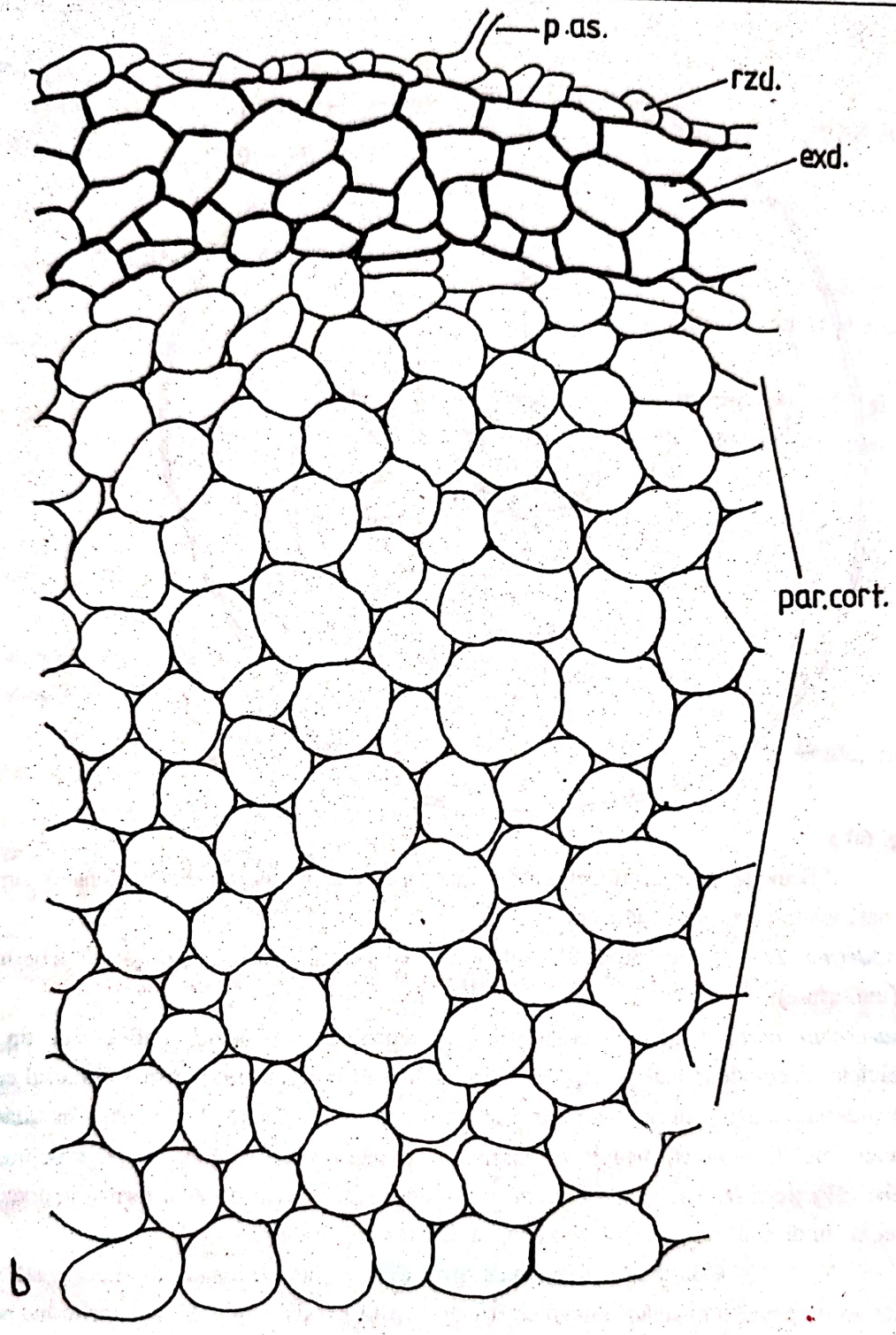


Fig. 60 Structura primară a rădăcinii, la *Iris germanica*, secțiune transversală, schemă (a) și detalii (b, c): **cel** - celule (**a** - anexe; **psj** - de pasaj); **cil.c** - cilindru central; **end** - endodermă; **exd** - exodermă; **fasc.** - fascicule (**lb** - liberian; **lm** - lemnos) **md** - măduvă; **p.as** - păr absorbant; **par.cort** - parenchim cortical; **per** - pericicliu; **rz.md** - rază medulară; **sc** - scoarță; **vs** - vase (**tmx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem); **t.c** - tub ciuruit (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

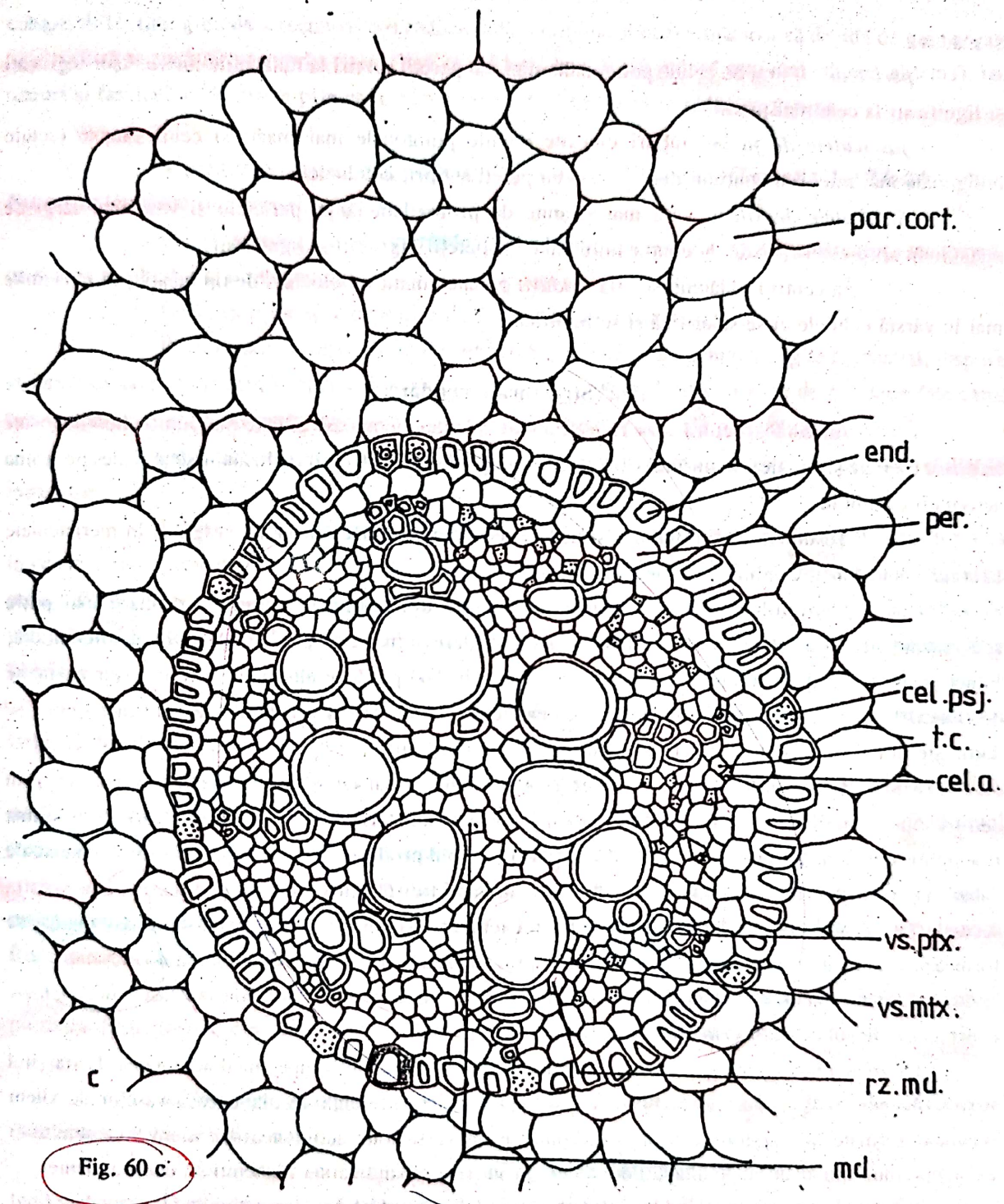


Fig. 60 c

Scanned with OKEN Scanner

şi măduvă;

- *pericicul*: 1 strat de celule poligonale mici, cu pereţii subţiri la rădăcinile tinere, uşor îngroşaţi şi lignificaţi la cele mai în vârstă;

- *fasciculele de floem*: tuburi ciuruite (celule poligonale mai mari) şi celule anexe (celule poligonale mai mici, cu conţinut dens), toate cu pereţi subţiri, celulozici;

- *fasciculele de xilem*: vase mai strâmte de protoxilem lângă periciclu şi vase mai largi de metaxilem spre centru, toate de contur poligonal, cu pereţii îngroşaţi şi lignificaţi.

În centrul rădăcinii se află *măduva* parenchimatic-celulozică, de tip meatic; la rădăcinile mai în vârstă celulele ei se sclerifică şi se lignifică.

2⁰ Structura secundară

Această structură caracterizează toate plantele lemnoase şi cele mai multe dicotiledonate ierboase (perene şi anuale), în ultimul caz creşterea în grosime a rădăcinii realizându-se mai ales pe seama activităţii cambiului.

Ţesuturile definitive din structura secundară a rădăcinii îşi are originea în meristemele laterale (secundare), cambiul şi felogenul.

Cambiul rezultă în cea mai mare parte din ţesuturile definitive primare mai puţin specializate ale cilindrului central: periciclu, raze medulare şi măduvă, prin procesul de dediferenţiere. Funcţionând bifacial, cambiul (la început sinuos, apoi inelar) produce alternativ spre exterior elemente de floem (liber) secundar, iar spre interior elemente de xilem (lemn) secundar. Acestui meristem i se datoreşte în cea mai mare parte creşterea în grosime a rădăcinii.

Felogenul apare mai târziu decât cambiul şi mai cu seamă la plantele lemnoase, prin dediferenţiere, în diferite poziţii, dar în general pe seama endodermei şi a pericicului (rareori pe seama floemului, ca la viţa de vie). Funcţionând bifacial, felogenul produce alternativ spre exterior elemente de suber, iar spre interior elemente de feloderm (toate cele trei ţesuturi alcătuind periderma sau scoarţa secundară); la multe plante lemnoase din climatul temperat şi chiar la unele plante ierboase perene se formează anual câte o peridermă, aşa încât la suprafaţa rădăcinii rezultă o coajă numită ritidomă.

La cele mai multe plante ţesuturile definitive secundare nu mai formează fascicule, ci inele concentrice de suber, feloderm, floem şi xilem.

La unele plante lemnoase, din zona temperată, cambiul îşi întrerupe anual activitatea, la sfârşitul verii, reluându-şi-o şi primăvara următoare; în unele cazuri, diferenţa de diametru a vaselor de xilem secundar formate la sfârşitul verii şi la începutul primăverii arată activitatea sezonieră a cambiului şi existenţa unui număr de inele anuale, după care poate fi apreciată vârsta rădăcinii şi, deci, a plantei.

Formaţiunile primare ale rădăcinii şi ale tulpinii dispărând adesea, formaţiunile lor secundare fiind

comparabile, este greu de a recunoaşte o rădăcină de o tulpină. Rămâne măduva să decidă de care organ cu structură secundară este vorba (ştiut fiind că măduva este foarte redusă sau, mai adesea, absentă), iar uneori şi fasciculele de xilem primar, câtă vreme ele mai persistă în rădăcina groasă.

▲ Structura secundară a rădăcinii de sulfină - ***Melilotus officinalis*** **(L.) Medik.** - fam. ***Fabaceae*** (secţiune transversală)(fig.61).

Plantă ierboasă bienală, cu rădăcină pivotantă, ce trece de timpuriu la structura secundară, pe seama cambiului şi a felogenului.

De la exterior spre centrul rădăcinii de un an distingem:

Periderma: o zonă subţire de *suber* (câteva straturi de celule alungite tangenţial, dispuse în şiruri radiare, cu pereţii subţiri şi suberificaţi), *felogen* unistratificat şi o zonă de *feloderm* (ale cărui celule amilifere au pereţi puţin îngroşaţi şi se deosebesc greu de cele ale parenchimului liberian).

Deoarece felogenul se diferenţiază pe seama endodermei, scoarţa primară s-a exfoliat în întregime.

Liberul secundar: un inel gros diferenţiat în trei zone: ***externă,*** foarte groasă, formată în cea mai mare parte din celule de parenchim liberian (amilifer şi cristalifer), printre care sunt dispersate puţine fibre liberiene; ***mijlocie***, formată din numeroase grupe de fibre liberiene şi puţine celule de parenchim liberian; ***internă***, subţire, formată din tuburi ciuruite, celule anexe şi foarte puţine fibre liberiene.

Inelul de liber secundar este străbătut de numeroase raze medulare, mai înguste sau mai largi, cu frecvente celule cristalifere.

Lemnul secundar: un corp central mai gros decât inelul liberian, în care se observă vase de diametru diferit, solitare sau grupate, cu pereţii îngroşaţi şi lignificaţi, între care abundă libriformul (reprezentat prin fibre lemnoase) şi parenchimul lemnos (având celule cu pereţii lignificaţi).

Inelul de lemn secundar este străbătut de numeroase raze medulare, de lărgime diferită, majoritatea ajungând până în axul rădăcinii. În acesta se disting uneori fascicule de xilem primar; în rest, foarte puţine celule de parenchim celulozic amilifer şi câteva vase de lemn.

Între inelul de liber secundar şi corpul central de lemn secundar se observă cambiul pluristratificat, format din celule uşor alungite tangenţial şi dispuse în şiruri radiare.

▲ Structura secundară a rădăcinii de soc - ***Sambucus nigra*** **L.** - fam. *Caprifoloaceae* (secţiune transversală)(fig. 62).

De la exterior spre centrul rădăcinii de un an distingem:

Periderma: o zonă relativ subţire (3 - 5 straturi) de *celule suberoase*, la periferia căreia

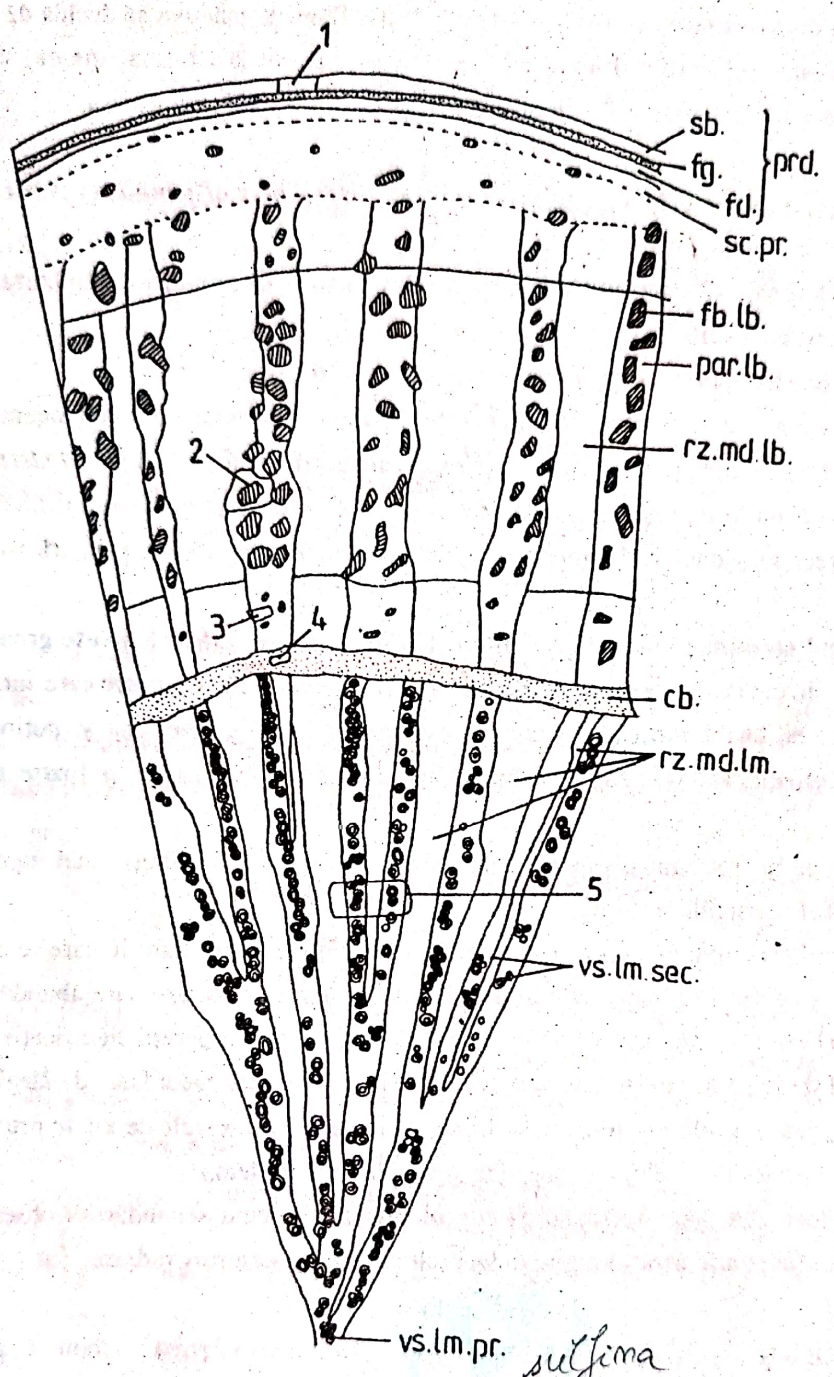


Fig. 61. Structura secundară a rădăcinii, la *Melilotus officinalis*: secțiune transversală, schemă (a) și detalii din: **1** - suber; **2** - liber - grup de fibre; **3** - liber -elemente conducătoare; **4** - zona cambială; **5** - lemn:
cb - cambiu; **cel.a** - celulă anexă; **cit** - citoplasmă; **fb** - fibre (**lb** - liberiene; **lm** - lemnoase); **fd** - feloderm; **n** - nucleu; **par** - parenchim (**lb** - liberian; **lm** -lemnos); **prd** - peridermă; **rz.md** - raze medulare (**lb** - liberiene, **lm** lemnoase); **sb** - suber; **sc.pr** - scoarță primară; **vs.lm** - vase de lemn (**pr** - primar; **sec** - secundar)**t.c** - tub ciuruit (orig.)

suber
felogen
feloderm
periderma

Scanned with OKEN Scanner

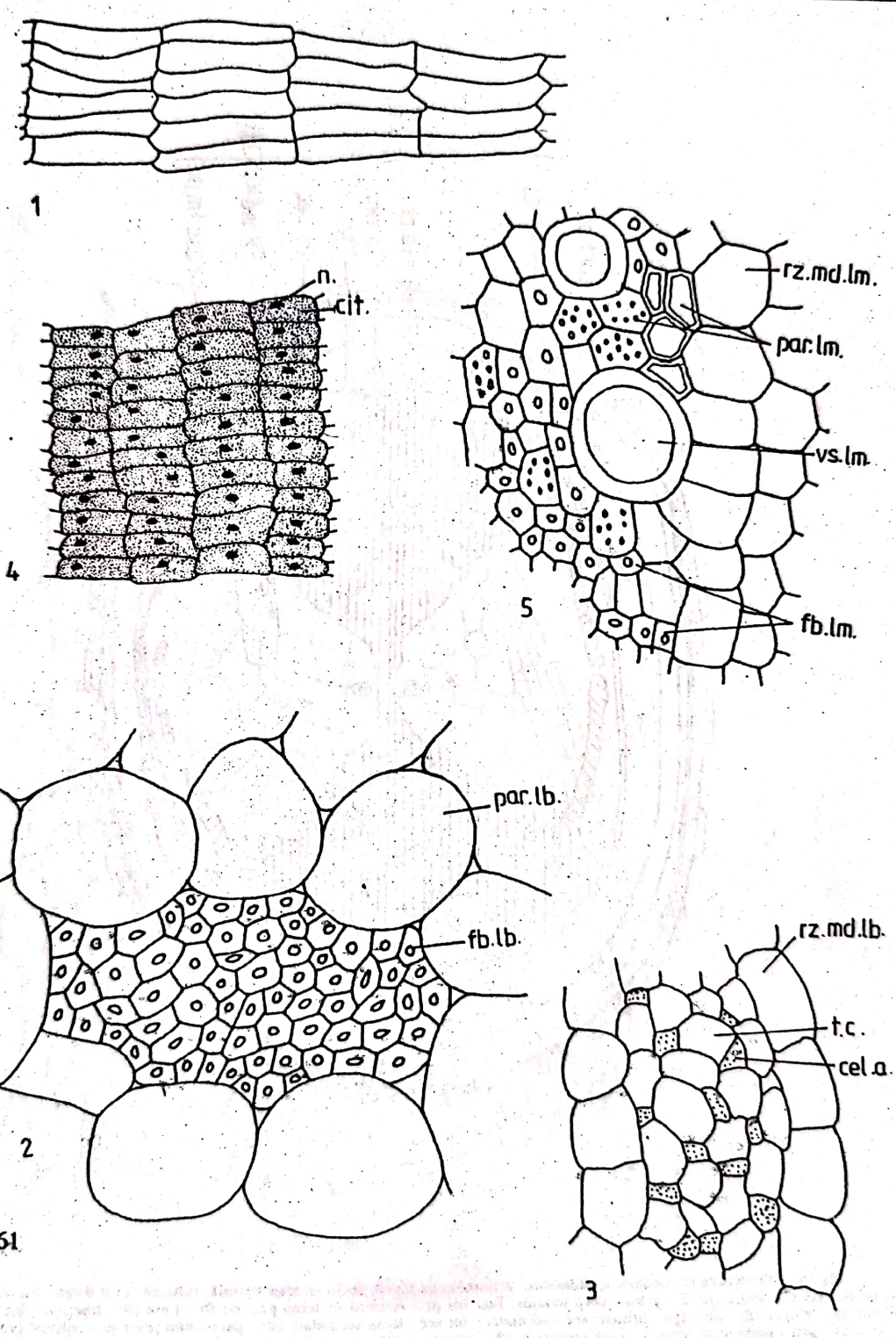


Fig. 61

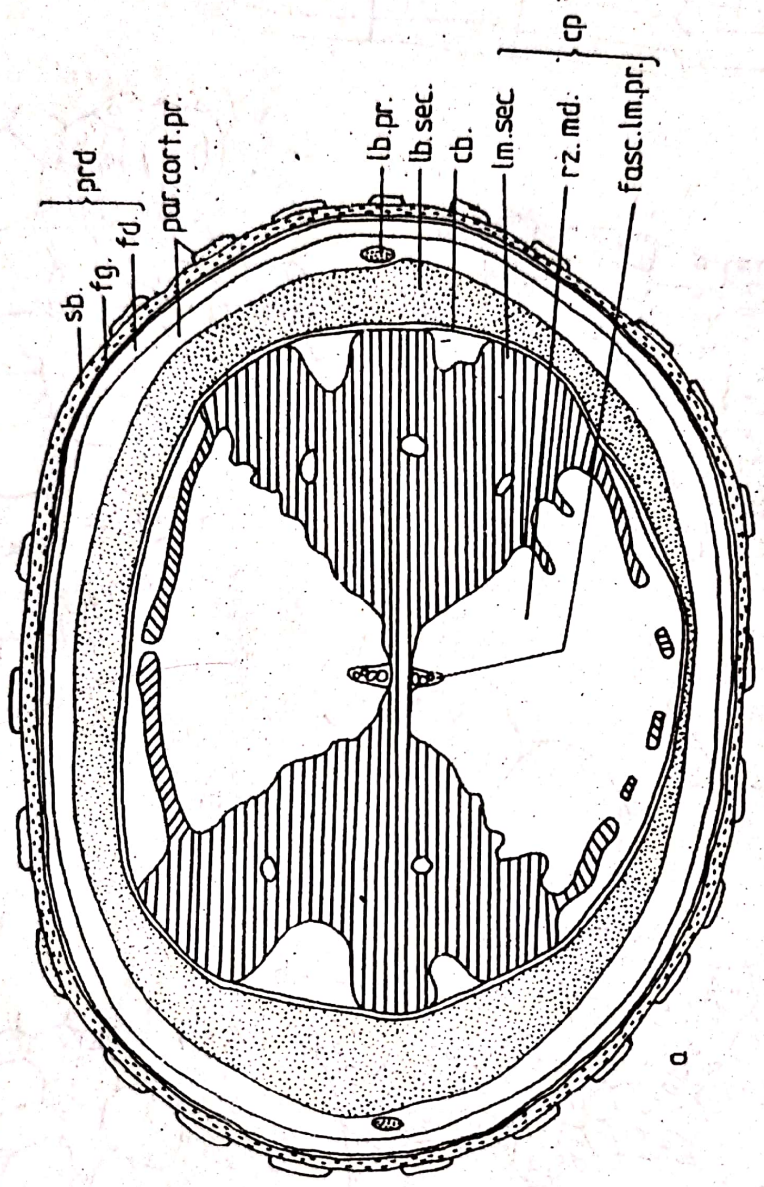
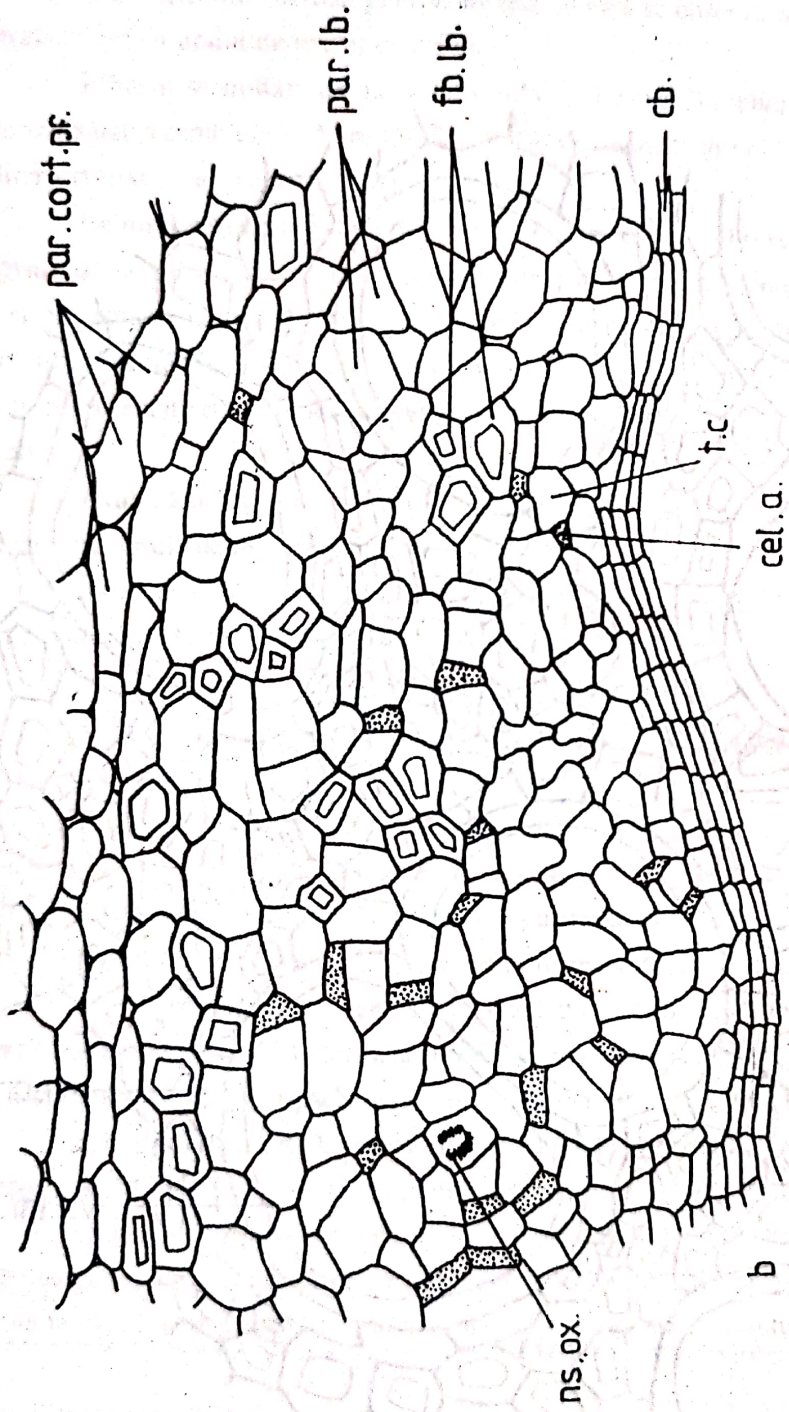


Fig. 62. Structura secundară a rădăcinii, la *Sambucus nigra*; secțiune transversală, schemă (a) și detalii din: b - liber, c - lemn: **cb** - cambiu; **cel.a** - celulă anexă; **cp.lm** - corp lemnos; **fasc.lm.pr** - fascicul de lemn primar; **fb** - fibre (**lb** - liberiene; **lm** - lemnoase); **fd** - feloderm; **fg** - felogen; **lb** - liber (**pr** - primar; **sec** - secundar); **lm.sec** - lemn secundar; **par** - parenchim (**cort.pr** - cortical primar; **lb** - liberian; **lm** - lemnos); **prd** - peridermă; **rz.md** - rază medulară; **sb** - suber; **vs.lm** - vas de lemn secundar; **t.c** - tub ciuruit (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 62 b



liber

Scanned with OKEN Scanner

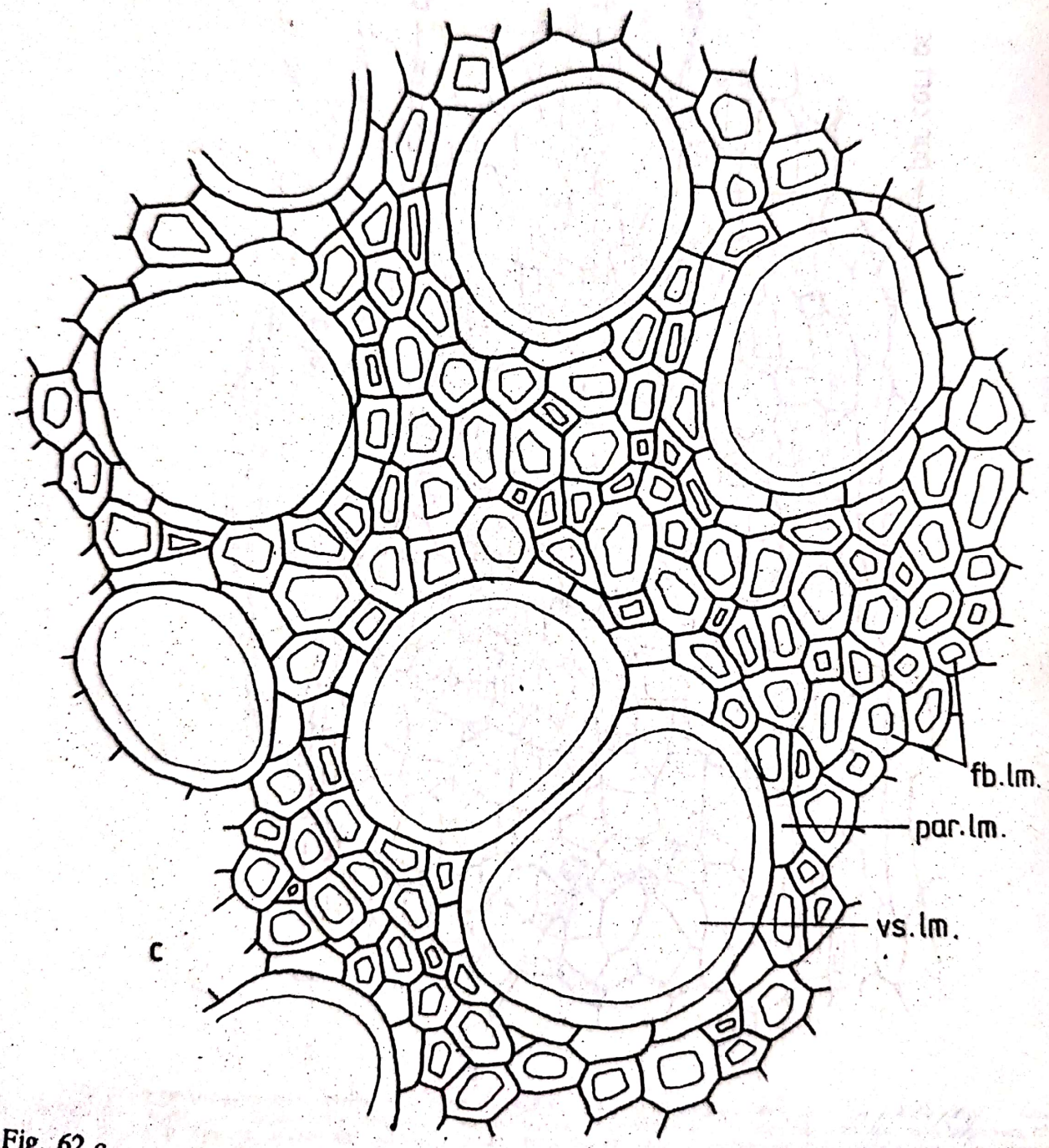


Fig. 62 c

Scanned with OKEN Scanner

persistă resturi din scoarţa primară exfoliată, *felogen* unistratificat sau bistratificat şi o zonă mai groasă de *celule felodermice*.

Parenchimul cortical primar intern: în care se observă fibre sclerenchimatice şi celule cu nisip oxalifer ori cu ursini de oxalat de calciu.

Liberul secundar: un inel relativ subţire, format din tuburi ciuruite şi celule anexe spre interior (în vecinătatea cambiului), fibre liberiene şi celule de parenchim liberian, unele din ele conţinând nisip oxalifer ori ursini de oxalat de calciu.

Lemnul secundar: un corp central gros, în care se observă două sectoare compacte de lemn propriu-zis, ce alternează cu două sectoare de parenchim fundamental (având valoare de raze medulare şi prezentând la exterior câte un cordon de elemente sclerenchimatice); sectoarele de lemn propriu-zis sunt alcătuite din numeroase vase dispersate neregulat (solitare sau grupate), o mare cantitate de libriform (reprezentat prin fibre lemnoase) şi celule de parenchim lemnos (solitare sau grupate în insule relativ mici).

Axul rădăcinii este ocupat de două benzi subţiri formate din vase şi libriform, ce alternează cu două fascicule de xilem primar.

Între inelul de liber secundar şi corpul lemnos central secundar se observă cambiul, format din 3-5 straturi de celule dispuse în şiruri radiare.

▲ Structura secundară a rădăcinii de viţă de vie - ***Vitis vinifera*** **L.** - fam. *Vitaceae* (secţiune trasversală)(fig. 63).

Viţa de vie este o liană, a cărei rădăcină are structură secundară de tip fascicular, lemnul şi liberul fiind străbătute de raze parenchimatice principale foarte largi.

De la exterior spre centrul rădăcinii cu structură secundară distingem:

Periderma: o zonă externă de *suber*, formată din 5-10 straturi de celule turtite, dispuse în şiruri radiare, cu pereţi suberificaţi; un *felogen* rezultat din dediferenţierea pericliclului; o zonă internă de *feloderm* (scoarţă secundară**), formată din celule parenchimatice, cele mai multe amilifere, unele taninifere, iar altele oxalifere (cu pachete de rafide aciculare).

Scoarţa primară de la exteriorul suberului moare şi se exfoliază; pe secţiune se pot încă observa resturi necrozate brune din parenchimul primar.

O dată cu creşterea în volum a cilindrului central are loc diferenţierea, an de an, a unor noi zone de felogen, pe seama liberului secundar periferic; în felul acesta, la o rădăcină de mai mulţi ani vom observa la exterior un complex de periderme, care impreună cu ţesuturile floemice dintre ele

** unii autori consideră întreaga peridermă drept scoarţă secundară

Scanned with OKEN Scanner

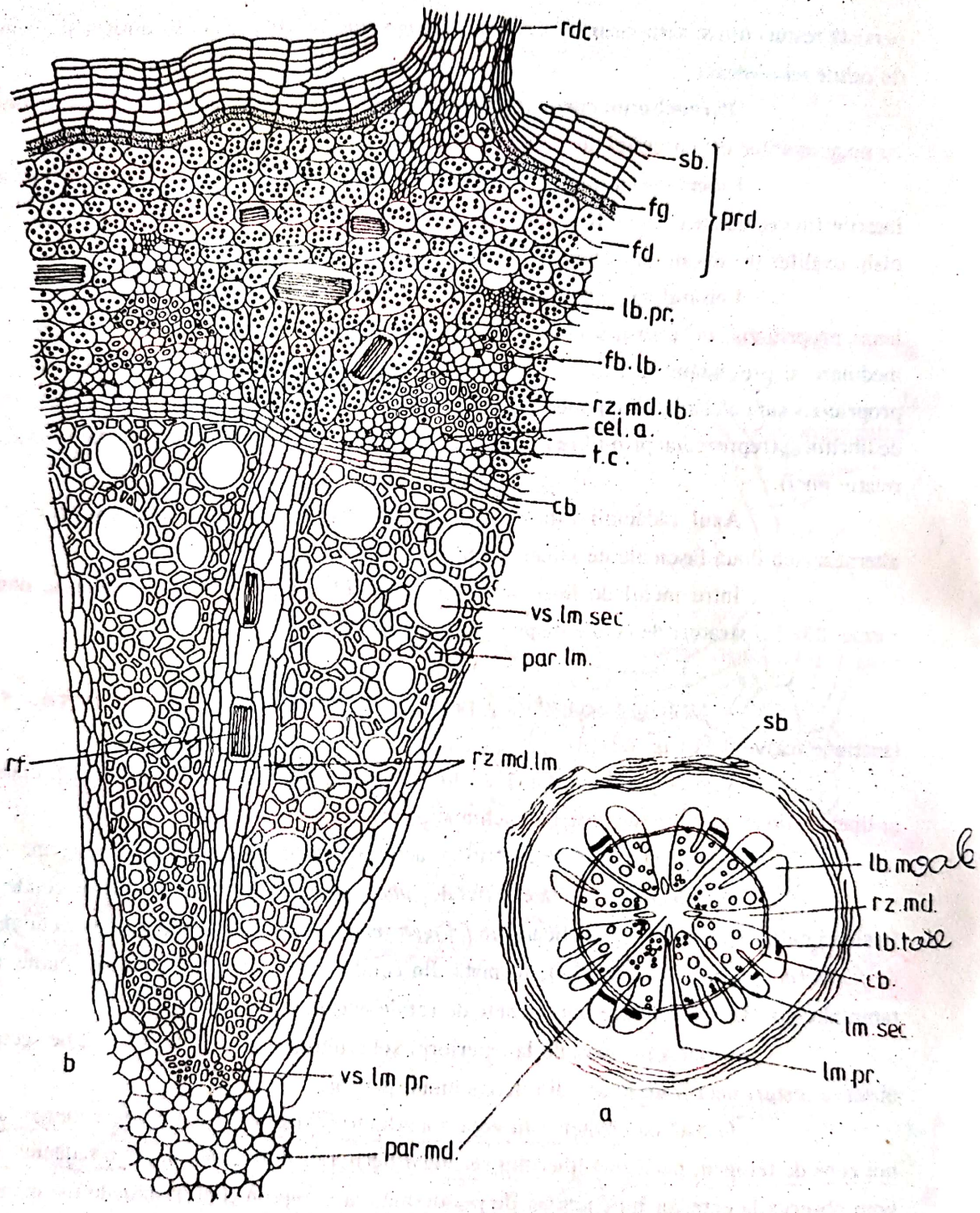


Fig. 63. Structura secundară a rădăcinii, la *Vitis vinifera*: Secțiune trasversală, schemă (a) și detaliu (b): **cb** - cambiu; **cel.a** - celulă anexă; **fb.lb** - fibre liberiene; **fd** - feloderm; **fg** - felogen; **lb** - liber (**m** - moale; **pr** - primar; **t** - tare); **lm** - lemn (**pr** - primar; **sec** - secundar); **par** - parenchim (**lm** - lemnos; **md** - medular); **prd** - peridermă; **rz.md** - rază medulară (**lb** - liberiană; **lm** - lemnoasă); **rdc** - radicelă; **rf** - rafide; **vs.lm** - vase de lemn (**pr** - primar; **sec** - secundar);**sb** - suber; **t.c** - tub ciuruit (a - d. Tarnavschi și colab.; b - d. Mititelu și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

formează *ritidoma*, ce se va exfolia sub formă de şuviţe longitudinale.

Liberul secundar: un inel format iniţial din tuburi ciuruite, celule anexe şi mult parenchim liberian amilifer, alcătuind împreună liberul moale; doar spre exteriorul inelului se distinge o zonă subţire de liber tare, formată din fibre lemnoase. Începând din anul al doilea, în liberul secundar alternează zone de liber moale cu zone de liber tare (pachete compacte de elemente sclerenchimatice).

În inelul de liber secundar alternează, de fapt, fascicule de liber propriu-zis cu zone largi de parenchim al razelor medulare (numit şi parenchim de dilatare).

Lemnul secundar: de asemenea de tip fascicular (străbătut de raze medulare principale largi, care le continuă pe cele liberiene până la parenchimul medular din axul organului), este format din vase de diametru diferit, dispersate în masa fundamentală formată din libriform (fibre lemnoase) şi parenchim lemnos amilifer.

Din activitatea cambiului (care-şi întrerupe activitatea la sfârşitul fiecărui sezon de vegetaţie) anual se formează câte un inel de lemn secundar, limita dintre diferitele inele fiind dată de diametrul diferit al vaselor.

Între liberul secundar şi lemnul secundar se observă *cambiul*, format din 2-5 straturi de celule dreptunghiular-alungite tangenţial, dispuse în şiruri radiare. În dreptul razelor medulare cambiul formează numai celule de parenchim amilifer.

Pe lângă razele medulare principale, largi, sectoarele (fasciculele) de liber şi de lemn secundar sunt străbătute de raze medulare mai înguste, secundare, care nu ajung până la măduvă.

În axul rădăcinii se observă puţin parenchim medular, sclerificat şi lignificat.

În rădăcinile mai subţiri, dar tot cu structură secundară, se mai pot observa resturi din liberul primar (la periferia zonelor de liber secundar) şi din lemnul primar (la faţa internă a razelor medulare principale).

Scanned with OKEN Scanner

2. TULPINA

Tulpina este un organ vegetativ axial, de regulă ortotrop (având geotropism negativ), cu simetrie radială şi creştere terminală, ce ia naştere din tigela (axa hipocotilă) şi, mai ales, din gemula (plumula) embrionului seminţei, purtând muguri din care vor rezulta frunze şi ramuri.

Dintre funcţiile îndeplinite de tulpină, unele sunt principale (susţinerea funzelor, florilor şi fructelor, conducerea sevei brute şi a sevei elaborate), altele secundare (asimilaţia clorofiliană, înmulţirea vegetativă, depozitarea substanţelor de rezervă ş. a.).

Pe seama apexului meristematic caulinar rezultă tulpina foliată, articulată, adică formată din noduri şi internoduri; la nivelul nodurilor, pe flancurile apexului caulinar, din activitatea inelului iniţial iau naştere frunzele. Apexul caulinar cu cele trei meristeme (meristem în aşteptare, meristem medular şi meristem de flanc) asigură creşterea în lungime a tulpinii şi edificarea structurii ei primare.

a. Morfologie

Atât tulpina principală, cât şi ramurile acesteia sunt formate din noduri (la nivelul cărora se află muguri) şi internoduri, care alternează. După lungime, internodurile pot fi foarte lungi (ca la graminee), intermediare şi foarte scurte (exceptând cel terminal, purtător de inflorescenţă, ca la patlagină, păpădie, bumbişori). În general, lungimea internodurilor creşte de la bază spre mijlocul tulpinii şi descreşte din nou spre vârful acesteia, situaţie vizibilă mai ales la plantele lemnoase.

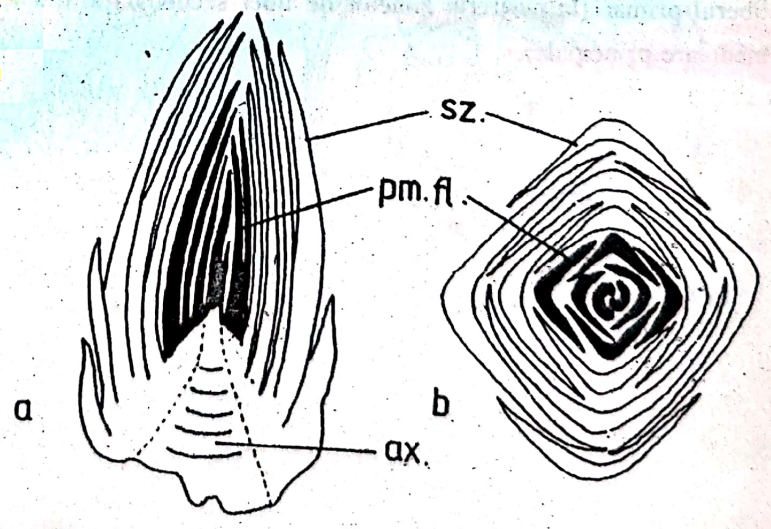


Fig. 64. Structura schematică a unui mugur, la *Syringa josikaea;* secţiune longitudinală (a) şi transversală (b):
ax - axă tulpinală; **pm.fl** - primordii foliare;**sz** -solzi (catafile)(orig.)

Mugurii sunt consideraţi nişte lăstari* scurţi, cu noduri foarte apropiate, cu frunze mici (primordii foliare) încovoiate peste apexul caulinar, pe care-l acoperă. Întregul mugur este protejat de frunze metamorfozate, moarte la maturitate, numite solzi sau catafile (fig. 64).

După poziţia lor pe tulpină mugurii pot fi terminali şi laterali (axilari), aceştia din urmă formând ramuri şi având dispoziţie alternă (tei)(fig. 65 c) sau opusă (arţar, castan porcesc)(fig. 65 b, d). După funcţia pe care o îndeplinesc, mugurii pot fi foliari, florali şi micşti (fig. 65 e). Uneori mugurii foliari sunt metamorfozaţi (cu rol în înmulţirea vegetativă), numindu-se tuberule (grâuşor) sau bulbile (colţişor). Varza de căpăţână este un mugur terminal metamorfozat, iar căpăţânile mici de la varza de Bruxelles sunt muguri laterali metamorfozaţi. La plantele "vivipare" (usturoi), mugurii floriferi sunt metamorfozaţi.

Ramificarea tulpinii

Se cunosc puţine plante monocaule, cu tulpină neramificată (lalea, ghiocel, palmieri ş. a.). Majoritatea plantelor au tulpină ramificată, cu ramuri de ordinul I, II, III ş. a. m. d.

▲ **Ramificarea dicotomică** a tulpinii de brădişor - ***Lycopodium clavatum*** **L.** - fam. *Lycopodiaceae* (fig. 65 a).

Apexul caulinar se bifurcă în două jumătăţi, care produc ramuri egale (ramificare izotonă sau monopoidială - ***Lycopodium***) sau inegale (ramificare anizotonă sau simpoidială - ***Selaginella***). Aşadar, acest tip de ramificare este primitiv, întâlnindu-se la unele ferigi inferioare actuale şi a caracterizat ferigile din grupul psilofitinelor (azi fosile).

▲ **Ramificarea laterală** a tulpinii de spermatofite. Este şi ea de două feluri: monopodială şi simpodială.

▲ **Ramificarea monopodială** la arţarul american - ***Acer negundo*** **L.** - fam. *Aceraceae*) fig. 65 b).

Tulpina principală creşte tot timpul în lungime prin mugurul său terminal. Din mugurii axilari rezultă ramuri de ordinul I, ce dau ramuri de ordinul II ş. a. m. d., care rămân mult mai scurte şi mai subţiri decât tulpina principală. Caracterizează cele mai multe conifere şi unele foioase: arţar, plop, frasin (dar numai ramurile de ordinul I).

▲ **Ramificarea simpodială** la teiul alb - ***Tilia tomentosa*** **Mnch.** - fam. *Tiliaceae* (fig. 65 c).

* prin care înţelegem partea din tulpină formată în cursul unui an şi care poartă frunze

Scanned with OKEN Scanner

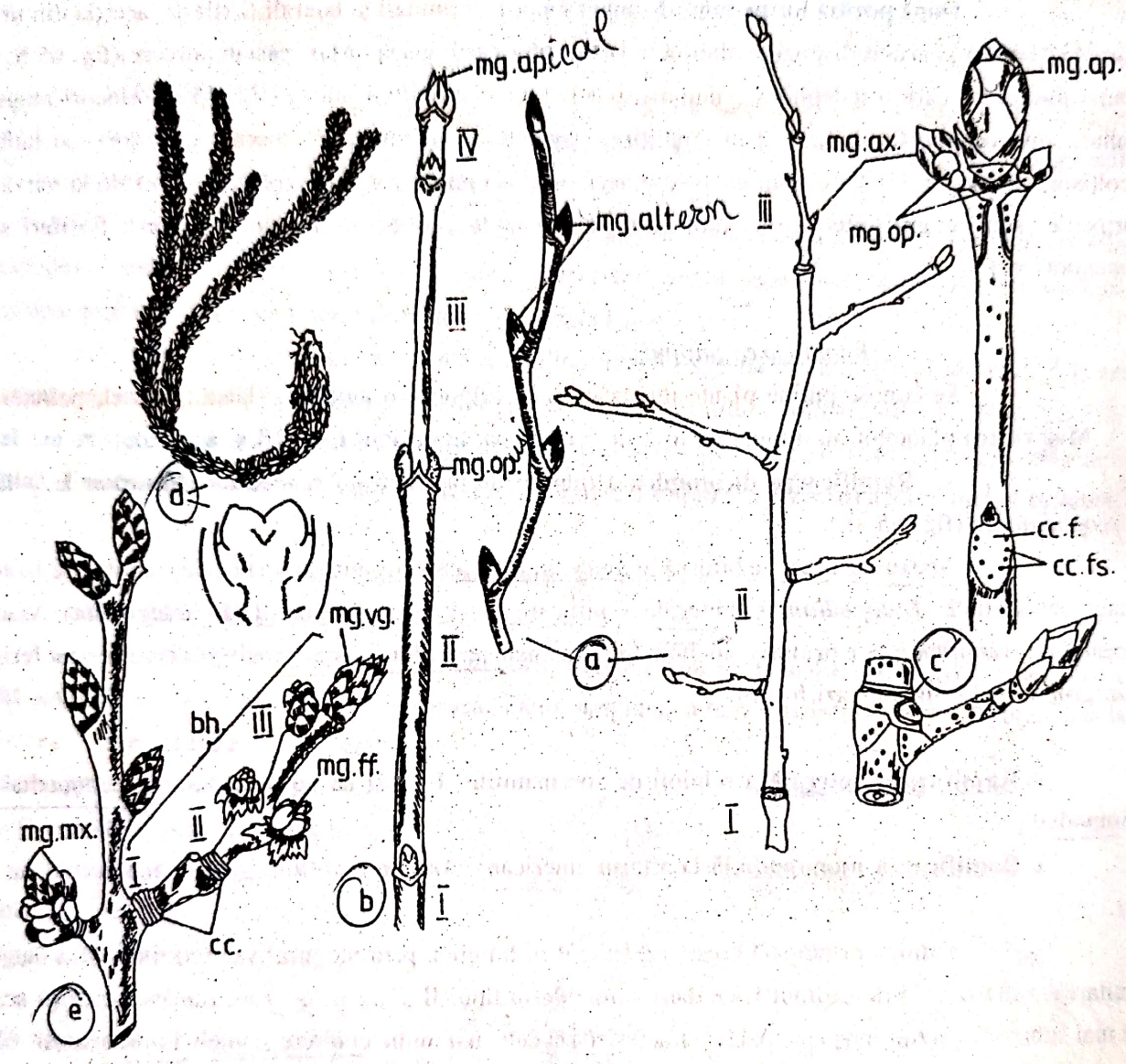


Fig. 65. Tipuri de muguri şi de ramificare a tulpinii: a -*Tilia tomentosa* (stânga- ram de un an); b - *Acer negundo;* c - *Aesculus hippocastanum;* d - *Lycopodium clavatum* (jos este schematizată bifurcarea vârfului vegetativ); e - *Prunus avium:*
bh - brahiblast; cc - cicatrice (f - foliară; fs - fasciculară); mg - mugur (ap - apical; alt - altern; ax - axilar; op - opuşi; ff - florifer; mx - mixt; vg - vegetativ) I - IV - 4 ramuri de vârste diferite; (a, b, c - d. Beldie; d - d. Flora RPR; e - d. Mititelu şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

Mugurul terminal al tulpinii principale își încetează activitatea după un timp, moare sau devine o floare, inflorescență, cârcel; în locul lui va faunctiona cel mai apropiat mugur axilar, care după o vreme va avea aceeași soartă ş. a. m. d.). Caracterizează majoritatea arborilor şi arbuştilor din pădurile noastre, pomii fructiferi, cele mai multe plante ierboase.

Un caz particular de ramificare îl constituie **înfrăţirea** gramineelor. Încă din embrion, la subsuoara coleoptilului se află unul sau câţiva muguri axilari din care vor rezulta noi tulpini numite fraţi. În plus, şi la nodurile bazale ale tulpinii principale se află muguri care dau fraţi. În ambele cazuri, fraţii dau alţi fraţi, deci dintr-un bob rezultă o tufă.

Categorii de ramuri:

- **microblaste:** scurte, neramificate, cu noduri apropiate; aici intră ramurile de rod ale pomilor fructiferi ***Prunus avium*** **L.** - fam. *Rosaceae* (fig. 65 e) şi ale unor arbori de pădure, unele tulpini subterane (bulbi, tuberculi), unele tulpini aeriene metamorfozate (bulbile, spini, cârcei), unele plante cu frunze în rozetă (varză, sfeclă, păpădie, urechelniţă, bumbişori);
- **macroblaste:** lungi, normale, ca la majoritatea plantelor; uneori internodurile sunt foarte lungi (viţă de vie, hamei, curpen de pădure).

Tulpini aeriene

1° Normale

▲ **Tulpini ierboase:**

- *caudex*: tulpină scurtă, cărnoasă, aparent nearticulată, cu o rozetă bazală de frunze şi terminată cu o axă floriferă la maturitate (***Agave, Aloe, Yuccea, Sedum, Sempervirvum*** - urechelniţa sau gheţişoara)(fig. 66 a).
- *calamus*: tulpină cu noduri neumflate, cu internoduri ce au măduvă spongioasă (formată din celule stelate) şi cu frunze bazale, reduse la teci (*Juncaceae:* ***Juncus effusus*** **L.** - rugina (fig. 66 b); *Cyperaceae*).
- *culmus* (pai): tulpină cu internoduri fistuloase şi noduri pline umflate (*Poaceae:* ***Poa alpina*** **L.** - firuţa)(fig. 66 c) ca variantă menţionăm *coceanul* de la porumb (***Zea mays*** **L.**), cu internoduri pline.
- *scapus*: tulpină cu internoduri bazale extrem de scurte, încât frunzele formează o rozetă, din mijlocul căreia la maturitate se va ridica un internod terminal, florifer, lung, afil (***Primula officinalis*** **(L.) Hill** - ciuboţica cucului (fig. 66 d); ***Taraxacum*** - păpădia; ***Plantago*** - pătlagină; ***Bellis*** - bumbişori).
- *caulis*: tulpină tipic ierboasă, verde, asimilatoare (*Lamiaceae* ***Lamium maculatum*** **L.** (fig. 66 e), *Apiaceae*, *Asteraceae* ş. a.)

După orientarea în spaţiu, tulpinile ierboase pot fi:

Scanned with OKEN Scanner

Tulpini normale

Fig. 66. Tipuri de tulpini normale ierboase: a - caudex: ***Sempervirum schlehani;*** b - calamus: ***Juncus effusus;*** c - culmus: ***Poa alpina;*** d - scapus: ***Primula officinalis*** e - caulis: ***Lamium maculatum;*** f - ortotropă volubilă: ***Convolvulus arvensis;*** g - plagiotropă: ***Lysimachia nummularia*** (a, b, c, d, e, g - d. Flora RPR; f - d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

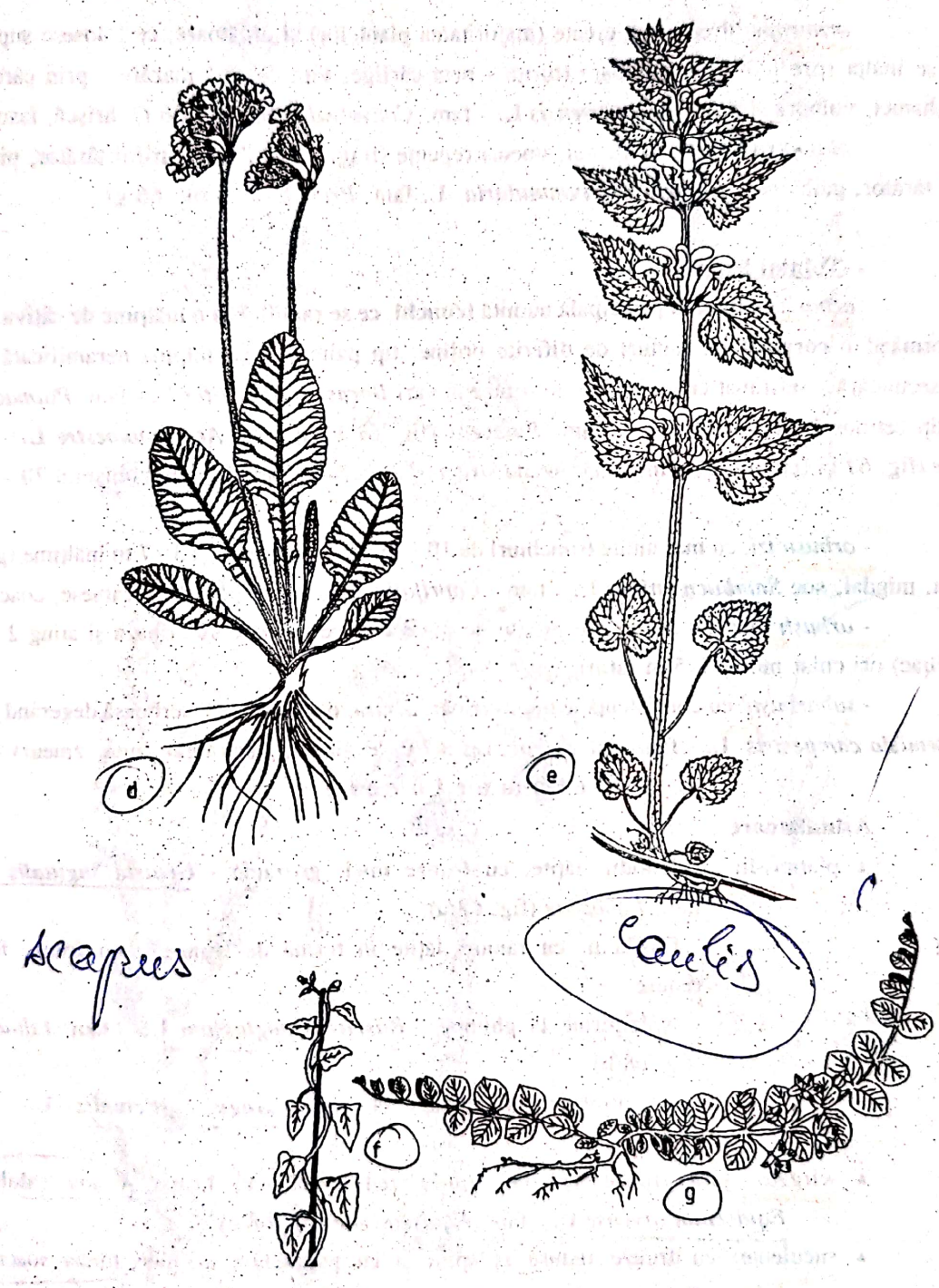


Fig. 66 d, e, f, g

Scanned with OKEN Scanner

- *ortotrope*: drepte sau erecte (majoritatea plantelor) şi urcătoare, ce folosesc suporturi pentru a se înălţa spre lumină: agăţătoare (turiţă - prin cârlige, viţa de vie, mazăre - prin cârcei) şi volubile (hamei, volbură -***Convolvulus arvensis*** **L.** - fam. *Convolvulaceae* (fig. 66 f), hrişcă, fasole);

- *plagiotrope*: culcate pe sol, uneori repente (fragi, cinci degete, trifoi târâtor, piciorul cocoşului târâtor, gălbiori - ***Lysimachia nummularia*** **L.** fam. *Primulaceae*, fig. 66 g).

▲ **Tulpini lemnoase**:

- *arbori*: cu tulpina principală numită **trunchi**, ce se ramifică la o înălţime de câţiva metri de sol, formând o **coroană** cu ramuri de diferite ordine: tip palmier (cu tulpina neramificată, fără structură secundară şi terminat cu un buchet de frunze în vârf ***Borassus flabellifer*** **L.** - fam. *Palmae* (fig. 67 a) şi tip cetinos ***Larix decidua*** **L.** - fam. *Pinaceae* (fig. 67 b) şi foios ***Acer campestre*** **L.** - fam. *Aceraceae* (fig. 67 c) (cu tulpină ramificată, având structură secundară) ating în mod obişnuit 20 - 30 m înălţime;

- *arbuştoizi*: cu mai multe trunchiuri de 10 - 15 cm în diametru şi 3 - 7 m înălţime (gutui, corn, alun, migdal, soc ***Sambucus nigra*** **L.** - fam. *Caprifoliaceae*, fig. 67 d), lemn câinesc, coacăz);

- *arbuşti*: cu mai multe axe groase de 2 - 3 cm, ce pornesc de la bază şi ating 2 - 3m (măceş, liliac) ori chiar numai 0,5 m (afin);

- *subarbuşti*: cu consistenţă lemnoasă doar la bază, partea aeriană ierboasă degerând iarna (pelin ***Artemisia campestris*** **L.** - fam. *Asteraceae*, fig. 67 e, levănţica, gheara găii, mur, zmeur).

2° Metamorfozate

Asimilatoare:

▲ platicladii: - cladodii: lăţite, cu frunze mici: grozamă - ***Genista sagittalis*** **L.** - fam. *Fabaceae* (fig. 68 a);

- filocladii: cu ramuri lăţite în formă de frunze şi cu frunze foarte reduse:

○ solziforme la ghimpe - ***Ruscus hypoglossum*** **L.** - fam. *Liliaceae*, (fig. 68 b).

○ spiniforme la sparanghel - ***Asparagus officinalis*** **L.**- fam. *Liliaceae*

▲ virgate: fără frunze sau cu frunze reduse la teci brune: coada calului - ***Equisetum arvense*** **L.** - fam. *Equisetaceae* (fig. 68 c).

▲ suculente: cu frunze reduse la spini şi cu parenchim acvifer: limba soacrei - ***Opuntia vulgaris*** **Mill.** - fam. *Cactaceae*(fig. 68 d).

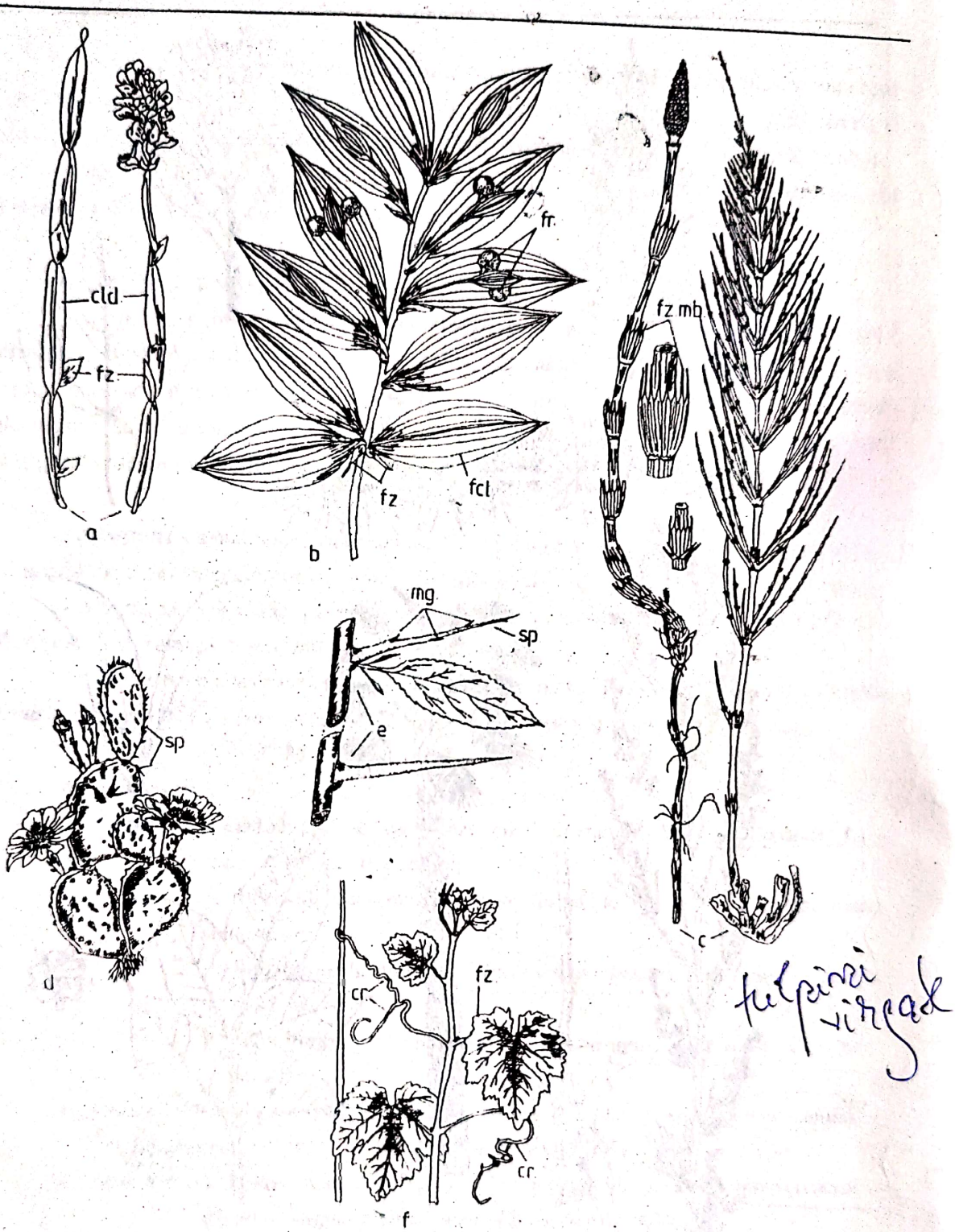
▲ transformate în spini: microblaste dure, simple sau ramificate, cu rol protector,

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 67. Tipuri de tulpini normale, lemnoase: a - tip palmier (stip): ***Borassus flabellifer;*** b - arbore de tip cetinos: ***Larix decidua;*** c - arbore de tip foios: ***Acer campestre;*** d - arbustoid: ***Sambucus nigra;*** e - subarbust: ***Artemisia campestris*** (a - d. Langenheim ; b, c - d. Mitchell ; d - Krüssman ; e - d Flora RPR.)

Scanned with OKEN Scanner

t. metamorf.



tulpini virgate

Fig. 68. Tipuri de tulpini metamorfozate aeriene: **a** - cladodii: ***Genista sagittalis;*** **b** - filiclodii: ***Ruscus hypoglossum;*** **c** - virgate: ***Equisetum arvense*** (stânga, tulpina fertilă); **d** - suculente: ***Opuntia vulgaris;*** **e** - microblaste spiniforme: ***Prunus spinosa:*** **f** - cârcei: ***Vitis vinifera;*** **g** - stoloni: ***Potentilla reptans;*** **h** - bulbile: ***Dentaria bulbifera;*** **i** - tuberule: ***Ranunculus ficaria***: **bl** - bulbile; **cld** - cladodii; **cr** - cârcei; **fcl** - filocladii; **fr** - fructe; **fz** - frunze (**mb** - membranoase); **mg** - muguri; **sp** - spini; **tb** - tuberule (b, c, d, g, h, i - d. Flora RPR; a, e, f - d. Tarnavschi și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 68 g, h, i

Scanned with OKEN Scanner

purtând uneori frunze: porumbar - ***Prunus spinosa*** **L.** - fam. *Rosaceae* (fig. 68 e).

▲ transformate în cârcei: microblaste subţiri, simple sau ramificate cu rol de agăţare: viţa de vie - ***Vitis vinifera*** **L.** - fam. *Vitaceae* (fig. 68 f).

▲ adaptate pentru înmulţirea vegetativă:

- stoloni: macroblaste subţiri, întinse pe suprafaţa solului: cinci degete ***Potentilla reptans*** **L.** - fam. *Rosaceae* (fig. 68 g); fragi- ***Fragaria vesca*** **L.** - fam. *Rosaceae*.
- bulbile: microblaste sau muguri axilari cu frunze tuberizate: colţişor - ***Dentaria bulbifera*** **L.**- fam. *Brassicaceae* (fig. 68 h).
- tuberule: microblaste sau muguri axilari cu axa tuberizată: grâuşor - ***Ranunculus ficaria*** **L.** - fam. *Ranunculaceae*.(fig. 68 i)

Tulpini subterane

Sunt toate metamorfozate, servind la depozitarea substanţelor de rezervă şi la înmulţirea vegetativă a plantei.

▲ **Rizomi**: macroblaste cu internoduri lungi (*graminee* - pir; *ciperacee* - rogoz), mijlocii (lăcrămioară. pecetea lui Solomon) şi hipertrofiate (stânjenel), acoperite cu frunze solziforme, formând rădăcini adventive şi purtând muguri ce vor da tulpini aeriene.

○ Rizom cu creştere nedefinită şi ramificare monopodială la lăcrămioară - ***Convallaria majalis*** **L.** - fam. *Liliaceae* (fig. 69 a). Creşte toată viaţa prin mugurul terminal, iar tulpina aeriană rezultă dintr-un mugur axilar.

○ Rizom cu creştere definită şi ramificare simpodială la pecetea lui Solomon - ***Polygonatum officinale*** **L.** - fam. *Liliaceae* (fig. 68 b). Mugurul terminal dă primăvara tulpina aeriană, iar rizomul creşte în continuare printr-un mugur axilar.

▲ **Tuberculi**: microblaste formate prin tuberizarea vârfului unor stoloni subterani. La maturitate sunt protejaţi de o pătură de suber, pe suprafaţa căreia se observă "ochi" (adâncituri cu 2- 3 muguri, din care vor rezulta tulpini aeriene) protejaţi de câte o frunză solziformă foarte redusă, numită sprânceană: cartof - ***Solanum tuberosum*** **L.** - fam. *Solanaceae* (fig. 69 c).

▲ **Bulbi**: microblaste cu partea tulpinală propriu-zisă redusă la un disc bazal cu noduri foarte apropiate, la care se prind frunze cărnoase, vii, cu rol de depozitare, iar la periferie, frunze solzoase, subţiri, moarte, cu rol de protecţie; în vârful discului se află un mugur, din care se va forma tulpina aeriană, iar la baza discului se formează rădăcini adventive. Ambele categorii de frunze sunt teci

Scanned with OKEN Scanner

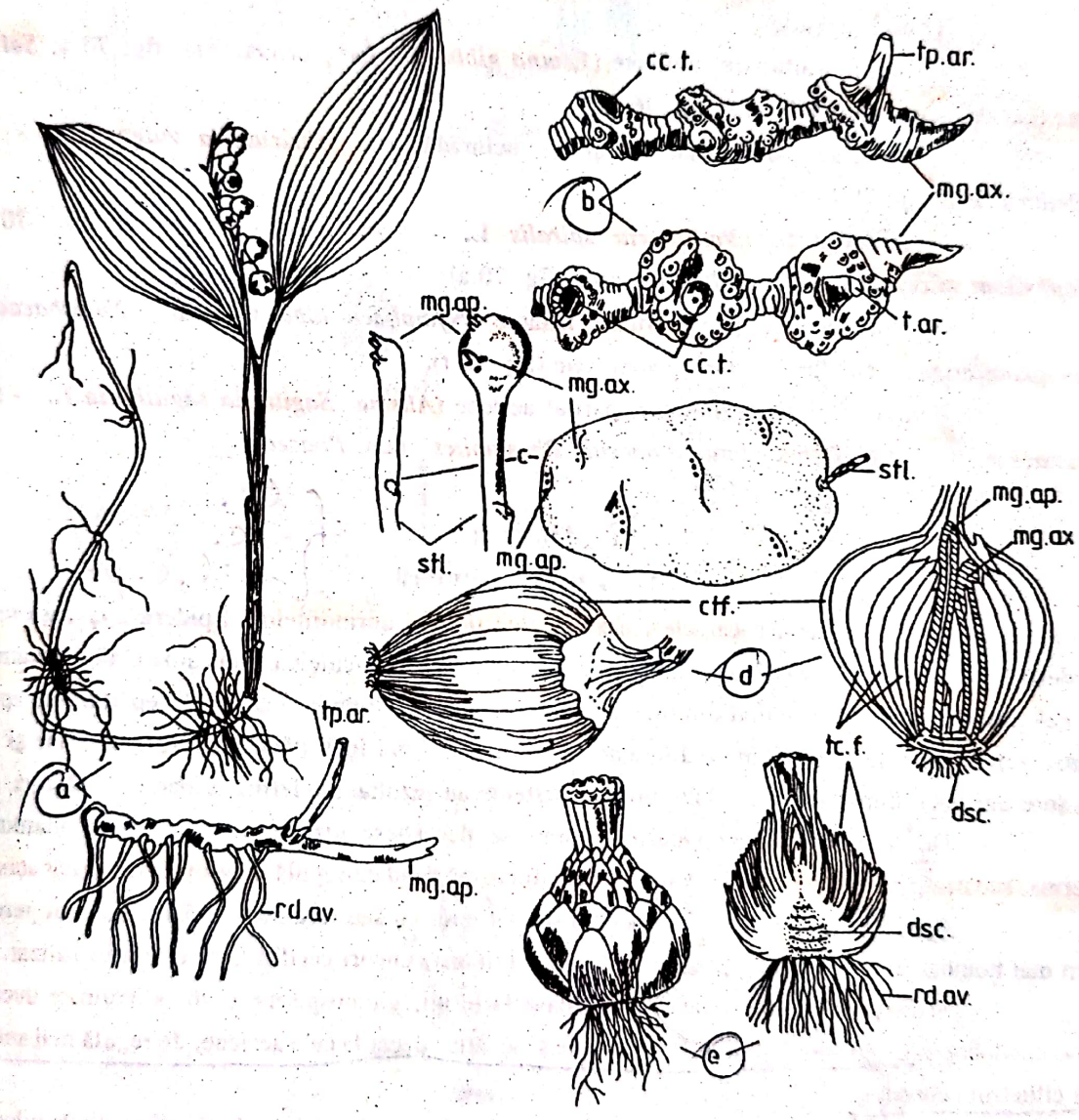


Fig. 69. Tipuri de tulpini metamorfozate subterane: a - rizom monopodial: *Convallaria majalis*; b - rizom simpoidial: *Polygonatum officinale* (jos, văzut lateral); c - tubercul: *Solanum tuberosum* (stânga, începutul tuberizării); d - bulb tunicat: *Allium cepa* (dreapta, secționat longitudinal); e - bulb solzos: *Lilium candidum* (dreapta, secționat longitudinal);
cc.t - cicatrici ale tulpinii; **ctf** - catafile (solzi); **dsc** - disc bazal; **mg** - mugur (**ap** - apical; **ax** - axilar); **rd.av** - rădăcini adventive; **stl** - stoloni; **tc.f** - teci foliare cărnoase; **tp.ar** - tulpină aeriană (a - d. Flora RPR și Mititelu și colab; b, c, d, e - d. Tarnavschi și colab.)

ale frunzelor normale, aeriene.

- Bulb tunicat: frunzele se acoperă complet unele pe altele: ceapă ***Allium cepa*** **L.**- fam. *Liliaceae* (fig. 69 d).
- Bulb solzos: frunzele se acoperă parţial unele pe altele: crin - ***Lilium candidum*** **L.** -fam. *Liliaceae* (fig. 69 e).

Tulpini acvatice

- natante: plutitoare, nefixate (***Lemna gibba*** **L.**- fam. *Lemnaceae*, fig. 70 a; ***Salvinia natans*** **(L.) All.**- fam. *Salviniaceae*, fig. 70 b).
- submerse: scufundate în apă: - neînrădăcinate (***Utricularia vulgaris*** **L.** - fam. *Lentibulariaceae* (fig. 70 c).
- înrădăcinate (***Vallisneria spiralis*** **L.** - Fam. *Hydrocharitaceae;* fig. 70 d); ***Myriophyllum spicatum*** **L.** - fam. *Haloragaceae* (fig. 70 a).
- înrădăcinate şi cu frunze natante (***Nymphaea alba*** **L.** fam. *Nymphacaceae*, ***Potamogeton crispus*** **L.**, fam. *Potamogetonaceae* (fig. 70 f).
- amfibii: parţial submerse, parţial aeriene (***Alisma, Sagittaria sagittifolia*** **L.** - fam. ***Alismataceae***, fig. 70 g, ***Typha*** - fam. *Typaceae*, ***Phragmites*** - fam. *Poaceae*).

b. Anatomie

1⁰ Structura primară

Această structură caracterizează tulpina tuturor cormofitelor. Epiderma ia naştere din protodermă, scoarţa şi măduva din meristemul fundamental, iar fasciculele conducătoare din procambiu, toate cele trei meristeme provenind din tunică şi corpus, fiind vizibile la o anumită depărtare de apexul caulinar; cordoanele de procambiu se diferenţiază mai târziu (mai întâi dând liber spre exterior şi apoi lemn spre interior), după ce din celelalte două meristeme au rezultat epiderma, scoarţa şi măduva.

De la exterior spre centrul tulpinii se deosebesc următoarele trei zone anatomice: epiderma, scoarţa şi cilindrul central (stelul), acesta din urmă fiind de regulă mult mai gros decât scoarţa.

Epiderma: unistratificată, adesea stomatiferă, cu sau fără peri, având celule cu peretele extern mai bombat, mai îngroşat, aproape totdeauna cutinizat, uneori cerificat, rareori mineralizat.

Scoarţa: pluristratificată, mai groasă la ferigi, gimnosperme şi dicotiledonate decât la monocotiledonate, mai groasă la tulpinile subterane şi acvatice decât la cele aeriene, de regulă mai subţire decât cilindrul central.

În general este parenchimatică, asimilatoare la exterior (chiar de tip palisadic la tulpinile lipsite de frunze ori cu frunze reduse), omogenă sau heterogenă, fără sau cu ţesut mecanic (colenchim sau sclerenchim), dispus sub forma unui inel hipodermic continuu ori sub formă de cordoane separate de

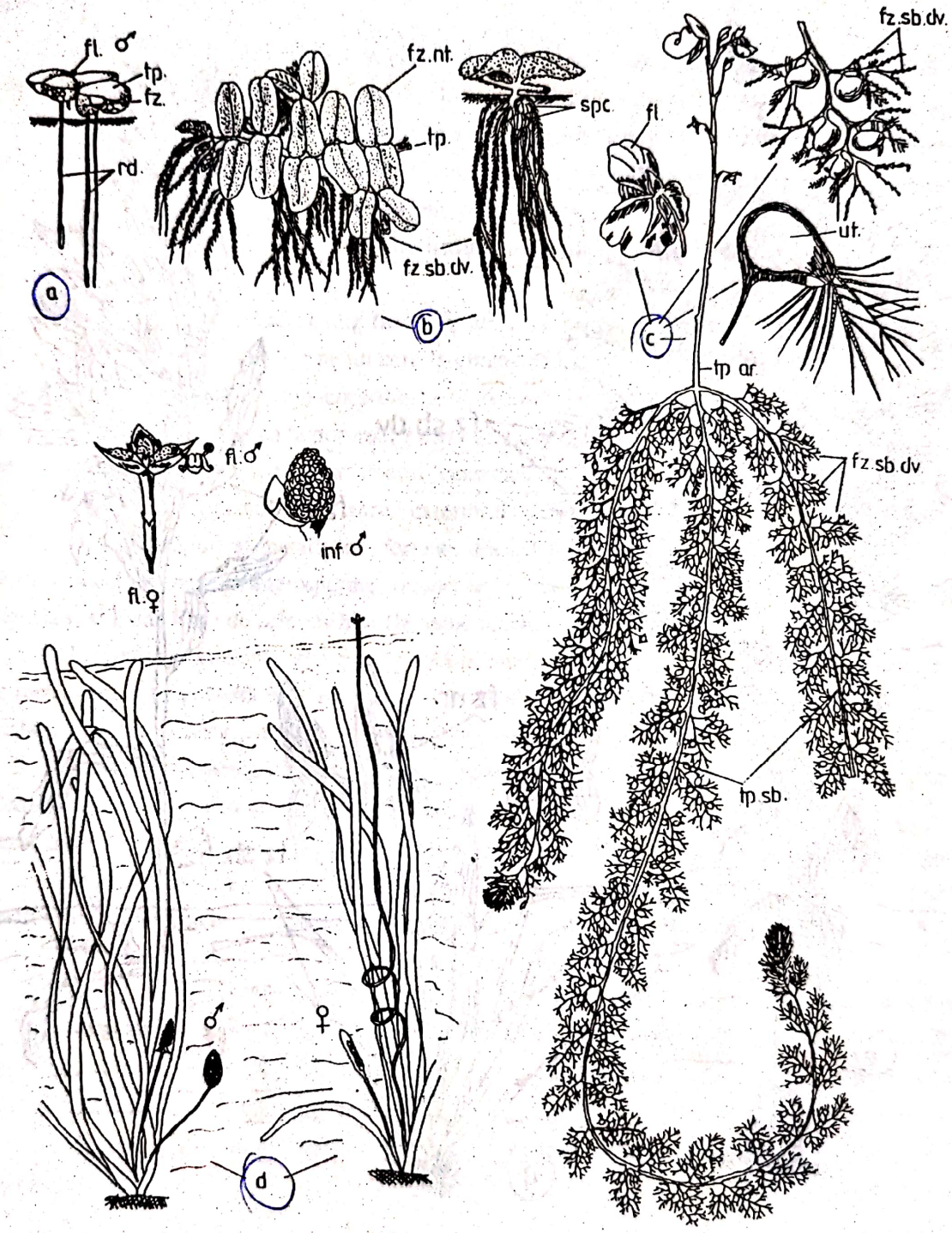


Fig. 70. Tipuri de tulpini acvatice:
natante: **a** - *lemna gibba;* **b** - *Salvinia natans;* submerse: **c** - *Utricularia vulgaris;* **d** - *Vallisneria spiralis;* **e** - *Myriophyllum spicatum;* **f** - *Potamogeton crispus;* **g** - *Sagittaria sagitifolia;*
fl - flori; **fz** - frunze (**ar** - aeriene; **nt** - natante, **sb.dv** - submerse divizate); **tp** - tulpină (**sb** - submersă); **ut** - utriculi (a, b, c, f - d. Flora RPR, modificat; d, g - d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

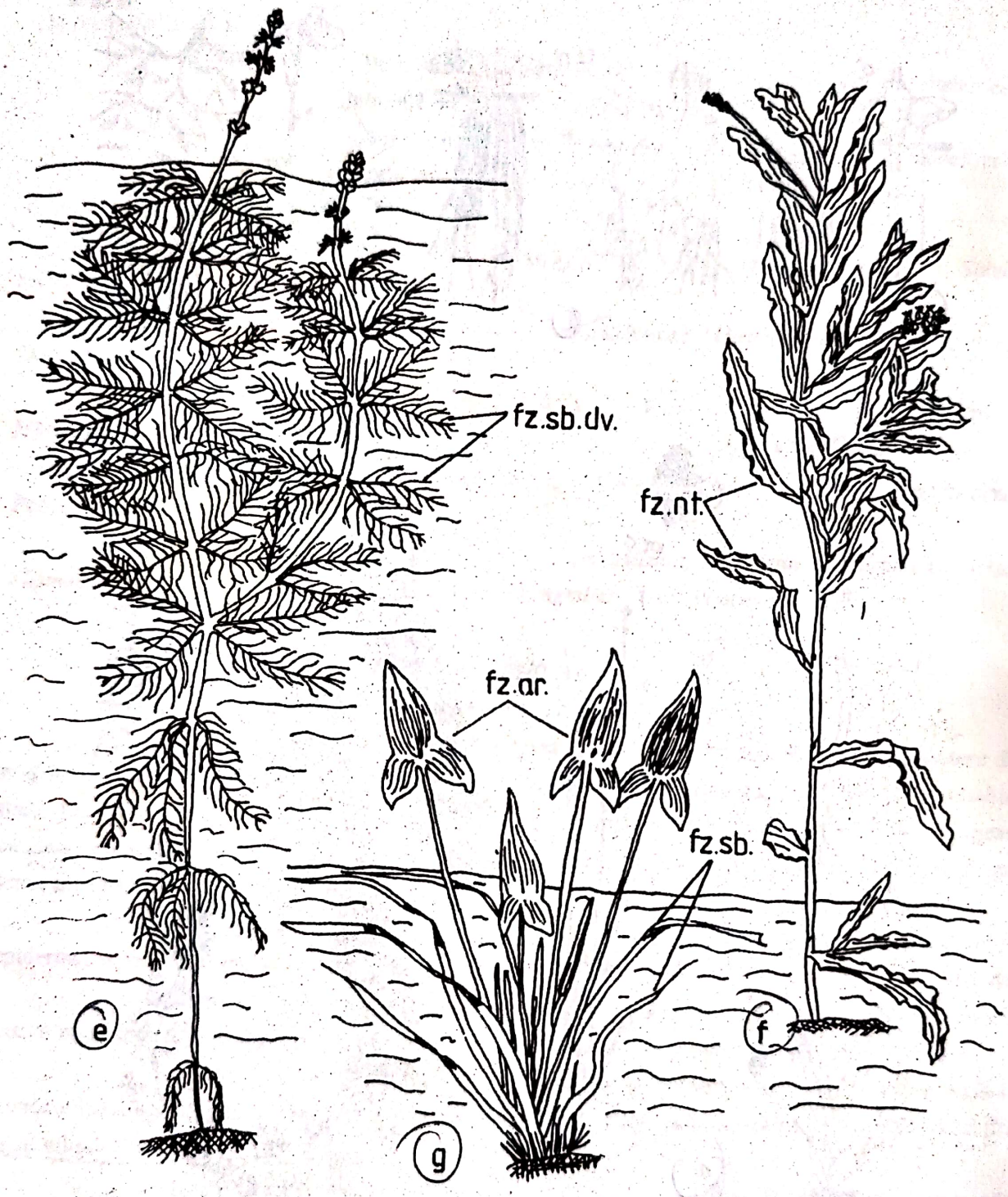


Fig. 70 e, f, g

Scanned with OKEN Scanner

clorenchim.

La multe plante scoarţa nu se termină cu o endodermă tipică, ca la rădăcină, ci doar cu un endodermoid sau teacă amiliferă, taniniferă ori cristaliferă, continuă sau prezentă numai în dreptul fasciculelor conducătoare. Endoderma tipică este prezentă la tulpinile plantelor acvatice şi palustre, la multe tulpini subterane şi chiar la unele aeriene (labiate, scrofulariacee ş. a.).

Cilindrul central (stelul): nu începe totdeauna cu un *periciclu*, ca la rădăcină; când este perzent, ne apare unistratificat sau pluristratificat, parenchimatic sau sclerenchimatic, ori de ambele feluri la aceeaşi plantă.

În cilindrul central se disting **fascicule conducătoare** (vasculare) libero - lemnoase, mai adesea de tip colateral deschis, dispuse pe un cerc la gimnosperme şi dicotiledonate, ori de tip colateral închis, dispuse pe 2 -3 cercuri la monocotiledonate (structură eustelică); rareori sunt dispersate neregulat în parenchimul fundamental, ca la porumb, trestia de zahăr ş. a. (structură atactostelică). În toate cazurile, lemnul are dezvoltare centrifugă iar liberul, centripetă.

Liberul sau floemul, aflat spre exteriorul tulpinii, cuprinde protofloem (ce se va aplatiza şi dezorganiza cu timpul) şi metafloem, formate din celule ciuruite la ferigi şi gimnosperme, din tuburi ciuruite şi celule anexe la angiosperme; rareori liberul mai cuprinde şi celule de parenchim longitudinal (liberian) şi chiar fibre de sclerenchim (la unele plante textile).

Lemnul sau xilemul, aflat spre centrul tulpinii, cuprinde protoxilem (ce se va resorbi cu timpul) şi metaxilem (ce persistă mai mult timp), formate din traheide (inelate, spiralate, punctate, rareori scalariforme, ca la ferigi), trahei (reticulate şi punctate) şi celule de parenchim longitudinal (lemnos).

Fasciculele vasculare sunt separate de **raze medulare** (parenchim orizontal) de lărgime diferită. Centrul tulpinii este ocupat de **măduvă** parenchimatică, care uneori se poate dezorganiza şi resorbi, rezultând o cavitate aeriferă, de forma unui canal (ranunculacee, umbelifere, labiate, cucurbitacee ş. a.).

În cazuri mai rare, fasciculele vasculare pot fi de tip bicolateral (cucurbitacee), concentric - hadrocentric (în rizomul multor ferigi) şi concentric leptocentric (în rizomul unor monocotiledonate).

În cele ce urmează vom analiza structura primară a tulpinii la mai multe specii ierboase şi lemnoase, dintre pteridofite (***Pteridium aquilinum*****, ***Equisetum arvense***), gimnosperme (***Ephedra distachya***), angiosperme dicotiledonate (***Trifolium pratense*****, ***Cucurbita pepo*****, ***Ranunculus acer, Aristolochia durior, Lamium album,***** ***Salvia splendes*****, ***Myriophyllum spicatum***) şi angiosperme monocotiledonate (***Zea mays*****, ***Molinia coerulea*****, ***Triticum aestivum***, ***Convallaria majalis*****, ***Asparagus officinalis*****

** analizate când ne-am ocupat de ţesuturile meristematice, asimilatoare, absorbante, mecanice şi conducătoare

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura primară a tulpinii asimilatoare** de coada calului - ***Equisetum arvense*** L. - fam. *Equisetaceae*, ferigă din grupa sfernopsidelor (secţiune transversală***) prin tulpina sterilă, virgată)(fig. 71).

Conturul secţiunii transversale este circular-costat, cu coaste atenuate, separate de valecule puţin adânci,

De la exterior spre centrul organului distingem:

Epiderma: un strat de celule izodiametrice, cu pereţii îngroşaţi şi silicifiaţi, cel extern fiind acoperit de o cuticulă groasă.

Scoarţa: foarte groasă, diferenţiată în cordoane de colenchim în coaste, sub care se află ţesut asimilator de *tip palisadic* , şi parenchim cortical în rest; în dreptul valeculelor, în parenchimul cortical se observă foarte mari lacune aerifere, separate de raze uniseriate sau biseriate, formând împreună un aerenchim de tip lamelar. Endoderma, distinctă mai cu seamă la periferia fasciculelor conducătoare, este de tip primar în tulpina tânără (celulele având îngroşările Caspary în pereţii laterali) şi de tip terţiar în tulpina mai în vârstă (celule cu îngroşare în formă de potcoavă). Uneori toată scoarţa externă este de tip sclerenchimatic.

Cilindrul central: periciclu parenchimatic, fascicule conducătoare (situate în dreptul coastelor) separate de raze medulare foarte largi, parenchimatic- celulozice şi o mare cavitate aeriferă centrală.

Un fascicul conducător prezintă liber spre exterior (celule ciuruite şi celule de parenchim liberian), o lacună aeriferă la interior (rezultă din resorbţia unor vase de lemn) şi vase de lemn: mai largi, de protoxilem, pe flancurile lacunei aerifere şi mai strâmte, de metaxilem, pe flancurile liberului.

▲ **Structura primară a tulpinii** de piciorul cocoşului ***Ranunculus acer*** L. - fam. *Ranunculaceae* (secţiune transversală prin tulpina tânără)(fig. 72).

Conturul secţiunii transversale este circular.

De la exterior spre centrul organului distingem:

Epiderma: un strat de celule izodiametrice, cu peretele extern uşor bombat şi îngroşat, acoperit de o cuticulă subţire; din loc în loc se observă stomate şi peri tectori unicelulari.

Scoarţa: pluristratificată, omogenă, cu meaturi şi lacune aerifere între celulele bogate în cloroplaste; nu se termină cu endodermă.

Cilindrul central: nu prezintă periciclu; fasciculele conducătoare, de tip colateral deschis, dispuse pe un cerc, sunt de două categorii: mari, caulinare şi mici, foliare, toate cu câte un cordon gros

*** totdeuna la nivelul unui internod

Scanned with OKEN Scanner

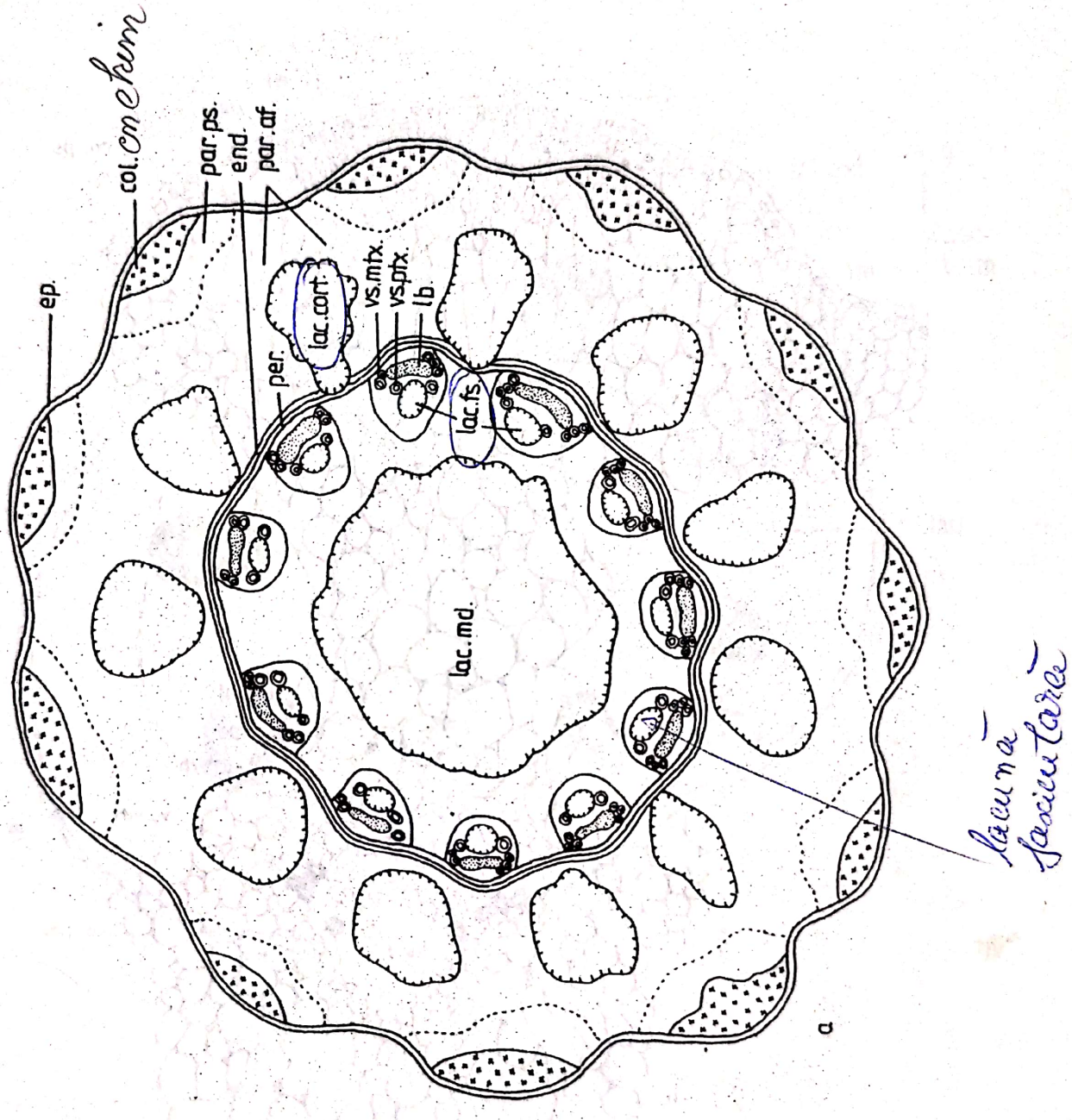


Fig. 71. Structura primară a tulpinii, la *Equisetum arvense* ; secțiune transversală prin tulpina sterilă, virgată, schemă (a) și detaliu (b):
col - colenchim; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **lb** - liber; **lac** - lacună (**cort** - corticală; **fs** - fasciculară; **md** - medulară); **par** - parenchim (**af** - aerifer; **ps** - palisadic); **per** - periciclu; **sc** - scoarță; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

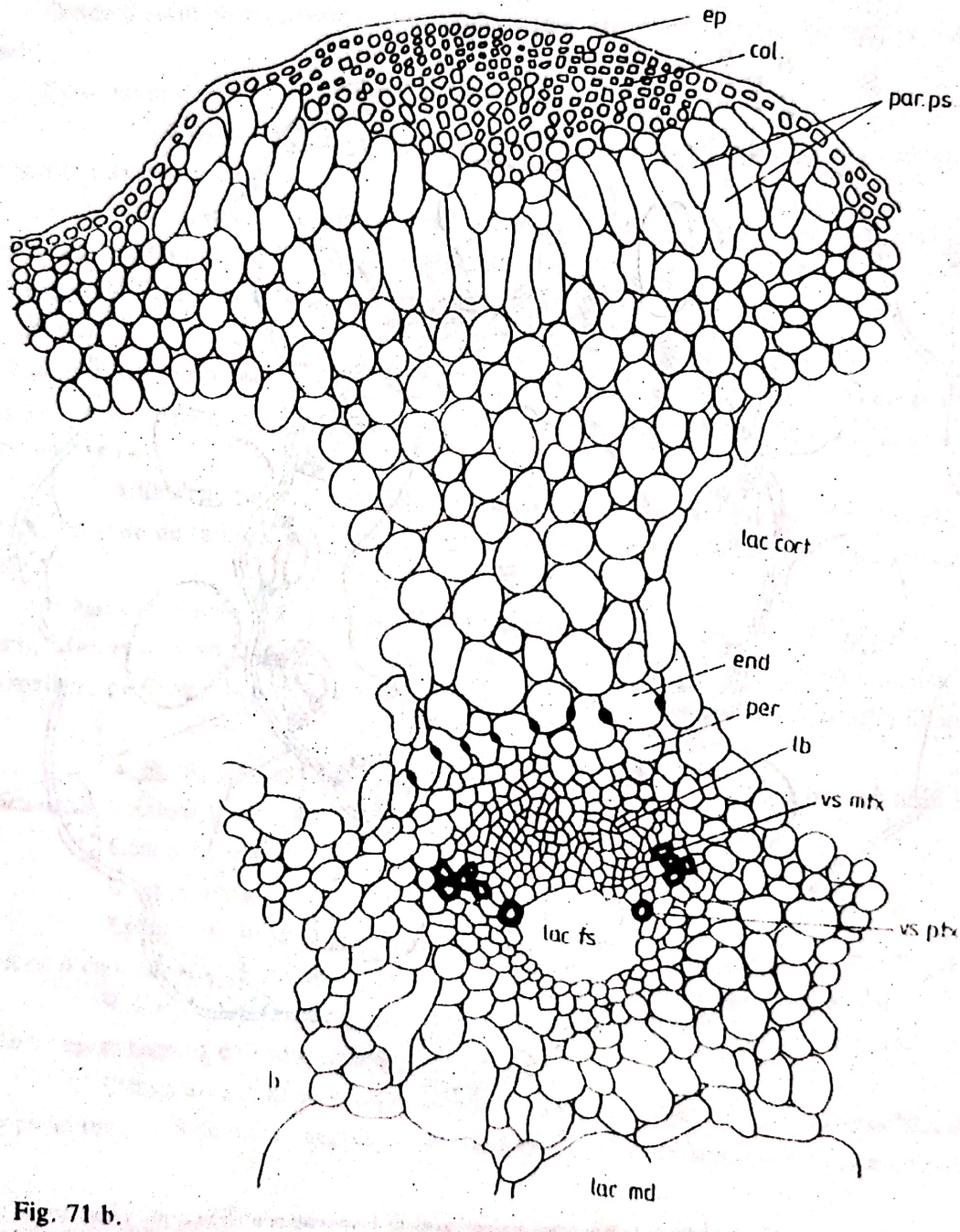


Fig. 71 b.

Scanned with OKEN Scanner

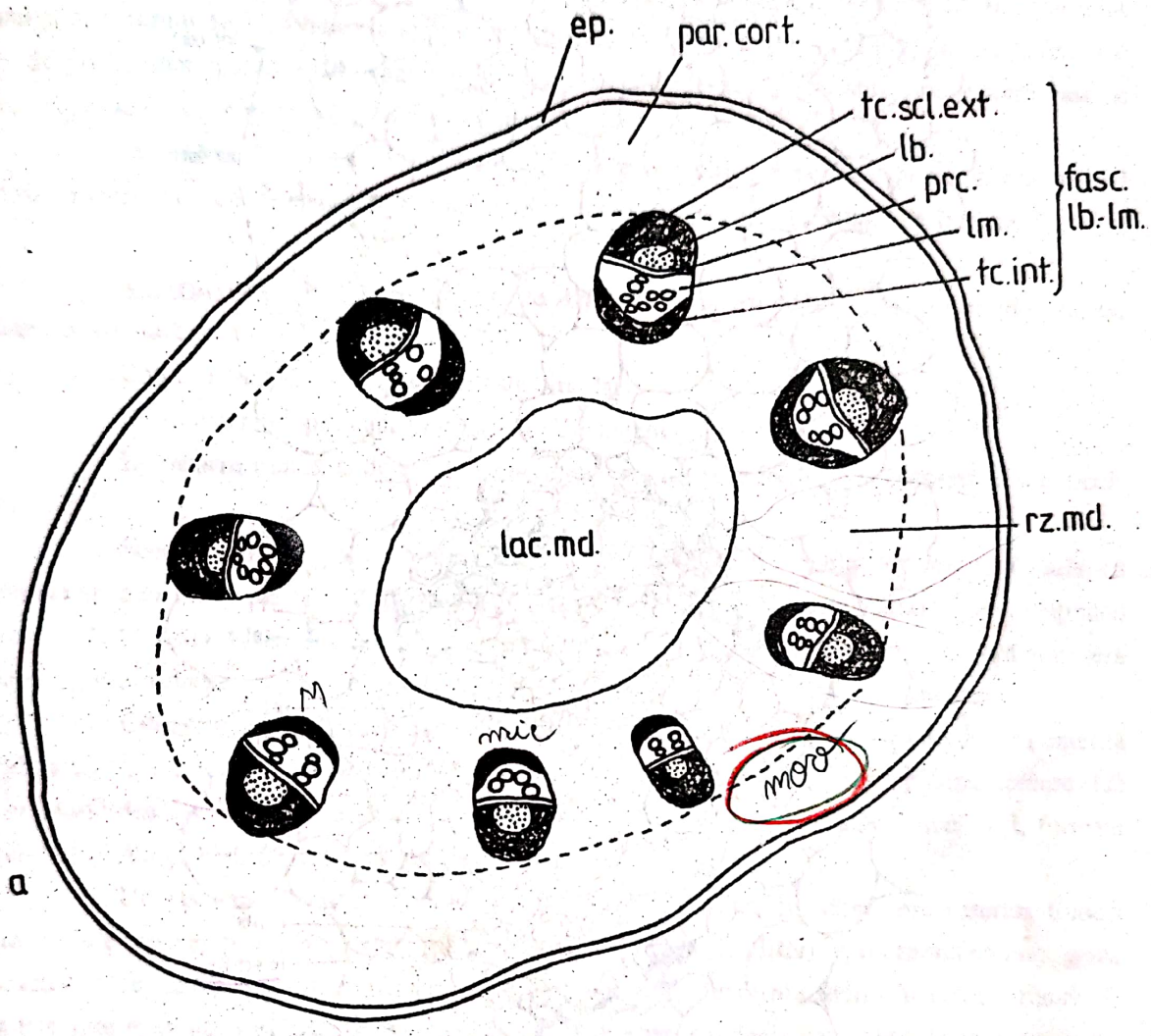


Fig. 72. Structura primară a tulpinii, la *Ranunculus acer*; secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b): **cel.a** - celuă anexă; **ep** - epidermă; **fasc.lb.lm** - fascicul libero-lemnos; **lac** - lacună (**cort** - coticală; **md** - medulară); **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cort** - cortical; **lm clz** - lemnos, celulozic; **lm.lg** - lemnos, lignificat; **pmd** - perimedular); **rz.md** - rază medulară; **t.c** - tub ciuruit; **tc.scl** - teacă sclerenchimatică (**ext** - externă; **int** - internă;); **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

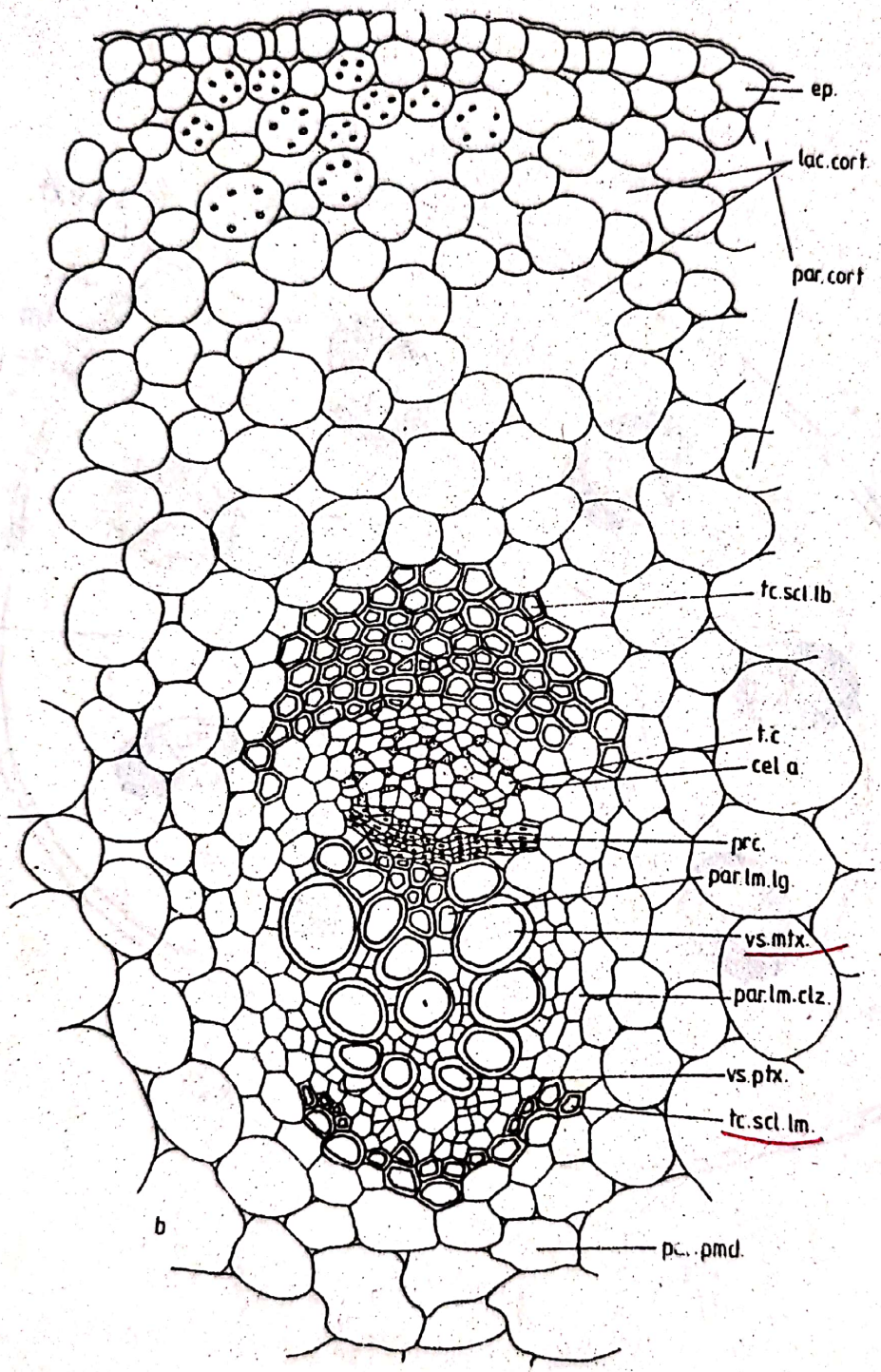


Fig. 72 b

Scanned with OKEN Scanner

relativ largă, înconjurată de parenchim perimedular.

Fiecare fascicul conducător prezintă liber la exterior (tuburi ciuruite, celule anexe şi foarte puţine celule de parenchim liberian amilifer, toate de contur poligonal, celulele anexe fiind mult mai mici şi cu conţinut dens) şi lemn la interior, de forma generală a literei V, cu braţele spre liber (vase strâmte de protoxilem spre centrul organului şi vase mai largi de metaxilem spre liber); între vase se observă celule de parenchim lemnos, uneori lignificat.

Între liber şi lemn se afla câteva straturi de **procambiu**, cu celule uşor alungite tangenţial si dispuse în şiruri radiare. În dreptul procambiului, sclerenchimul perifascicular este întrerupt.

▲ **Structura primară a tulpinii** de ***Aristolochia durior*** **Hill.** - fam. *Aristolochiaceae* (secţiune transversală prin tulpina tânără)(fig. 73)

Conturul secţiunii transversale este circular.

De la exterior spre centrul organului distingem:

Epiderma: un strat de celule cu peretele extern foarte îngroşat şi acoperit de o cuticulă groasă.

Scoarţa: diferenţiată în aproximativ 5 straturi de colenchim tangenţial (celule cu cloroplaste) şi mai multe straturi de parenchim cortical, uneori uşor alungite radiar, unele conţinând cloroplaste, altele ursini de oxalat de calciu. Stratul cel mai intern al scoarţei reprezintă o teacă amiliferă cu celule dispuse ordonat.

Cilindrul central: periciclu gros, pluristratificat, diferenţiat în două zone: una externă sclerenchimatică, sinuoasă la interior şi alta internă parenchimatic - celulozică; fascicule conducătoare (12) de tip colateral deschis, dispuse pe un cerc şi separate de raze medulare parenchimatice largi, formate din celule uşor alungite radiar; măduvă parenchimatică, de tip meatic.

Un fascicul conducător are formă ovală, fiind format din liber spre exterior (tuburi ciuruite, celule anexe şi puţine celule de parenchim liberian amilifer), procambiu foarte gros, pluristratificat (cu celule dispuse radiar) şi lemn spre interior, de forma literei V (vase strâmte de protoxilem spre măduvă, vase mai largi de metaxilem spre liber, celule de parenchim lemnos amilifer). Atât elementele liberiene, cât şi cele lemnoase au contur poligonal în secţiune transversală.

▲ **Structura primară a tulpinii** de peniţa apei - ***Myriophyllum spicatum*** **L.** - fam. *Halorragaceae* (secţiune transversală)(fig. 74). Este o plantă acvatică, submersă.

Conturul secţiunii transversale este circular.

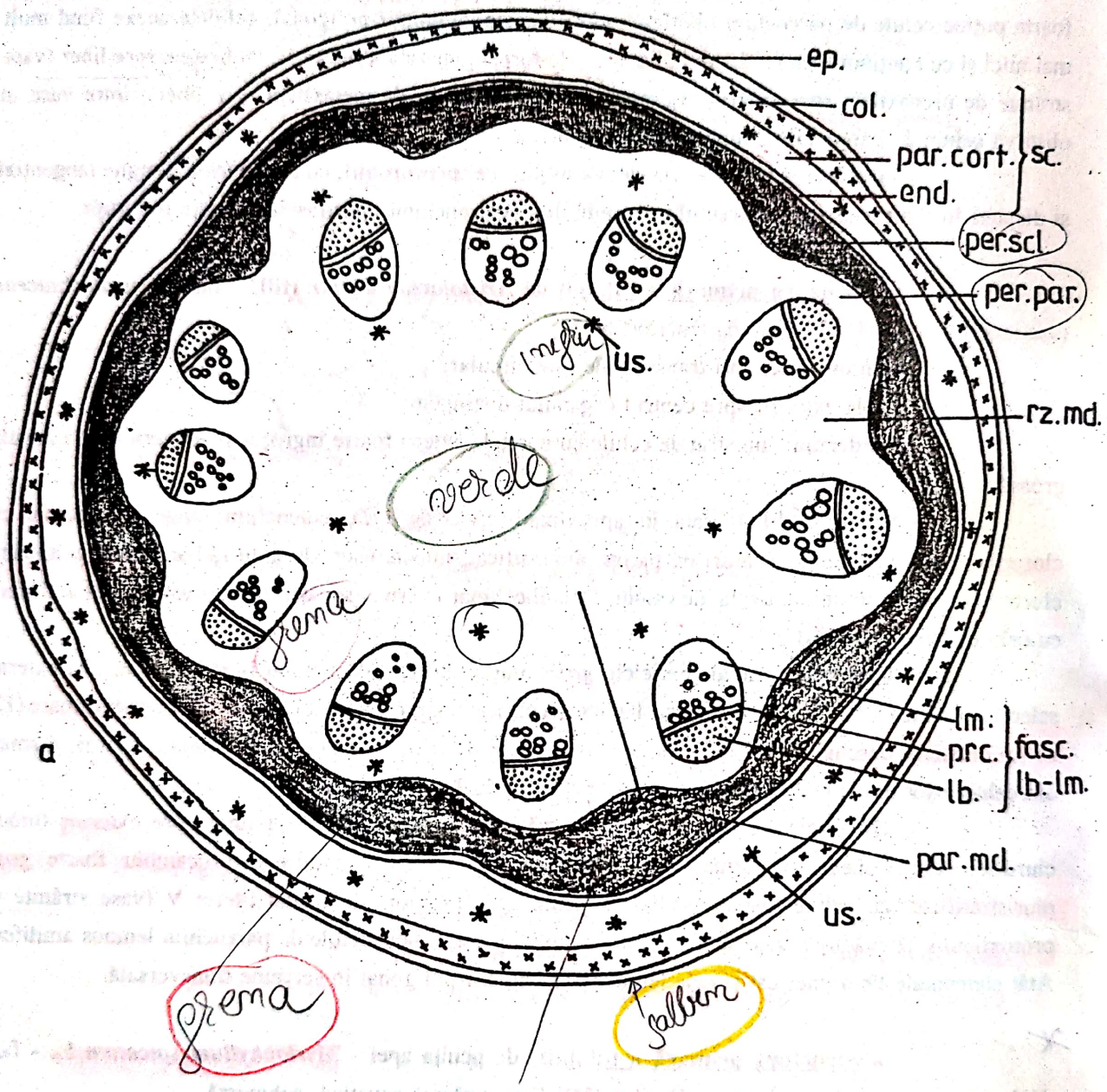


Fig. 73. Structura primară a tulpinii, la *Aristolochia durior*: secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b)
cel.a - celulă anexă; **col** - colenchim; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **fasc.lb.lm** - fascicul libero-lemnos; **lb** -liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**lb** - liberian; **lm.clz** - lemnos celulozic; **md** - medular); **per** - periciclu (**par** - parenchimatc; **scl** - clerenchimatic) **prc** - procambiu; **rz.md** - rază medulară; **sc** - scoarță; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem) **t.c** - tub ciuruit; **us** - ursini de oxalat de calciu (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

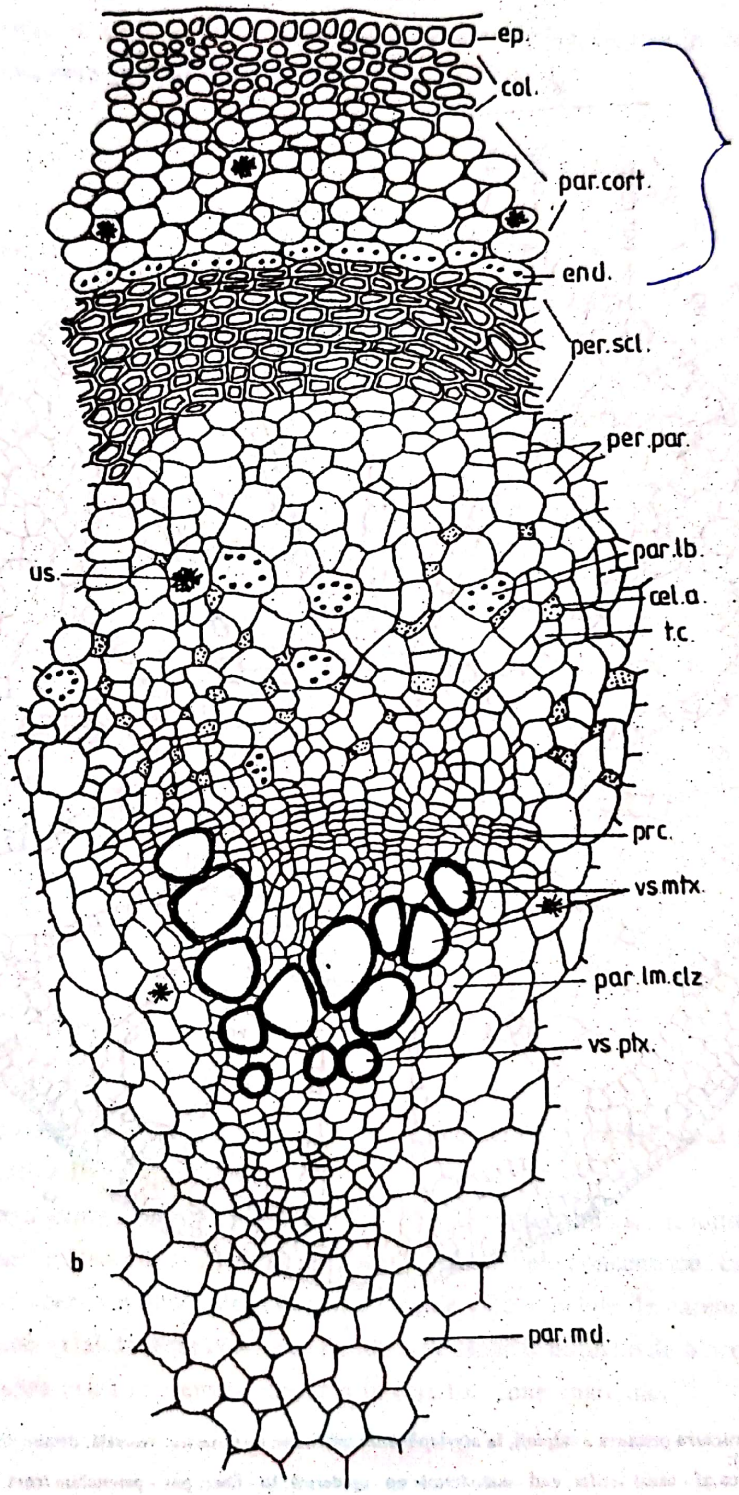


Fig. 73 b

Scanned with OKEN Scanner

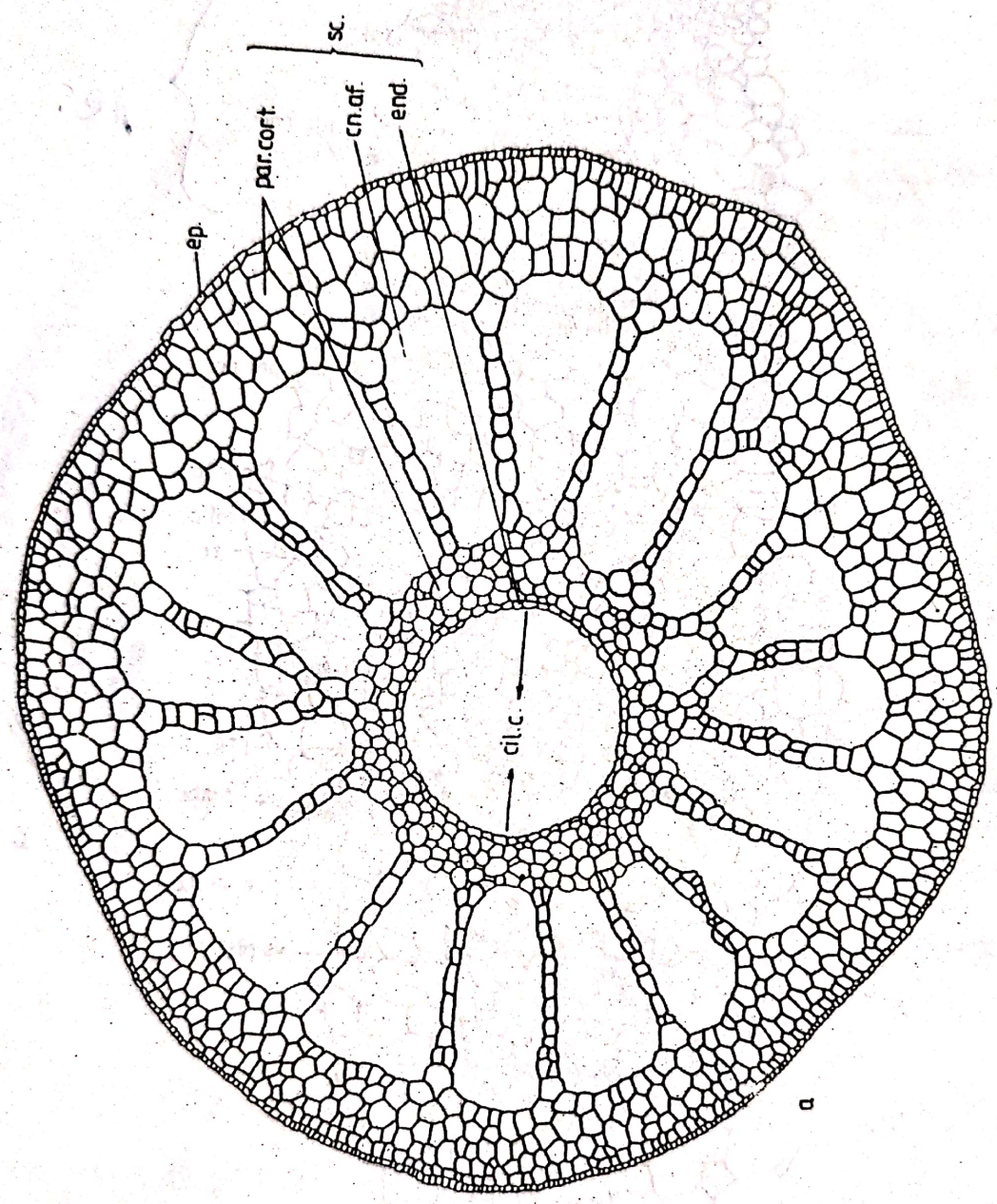


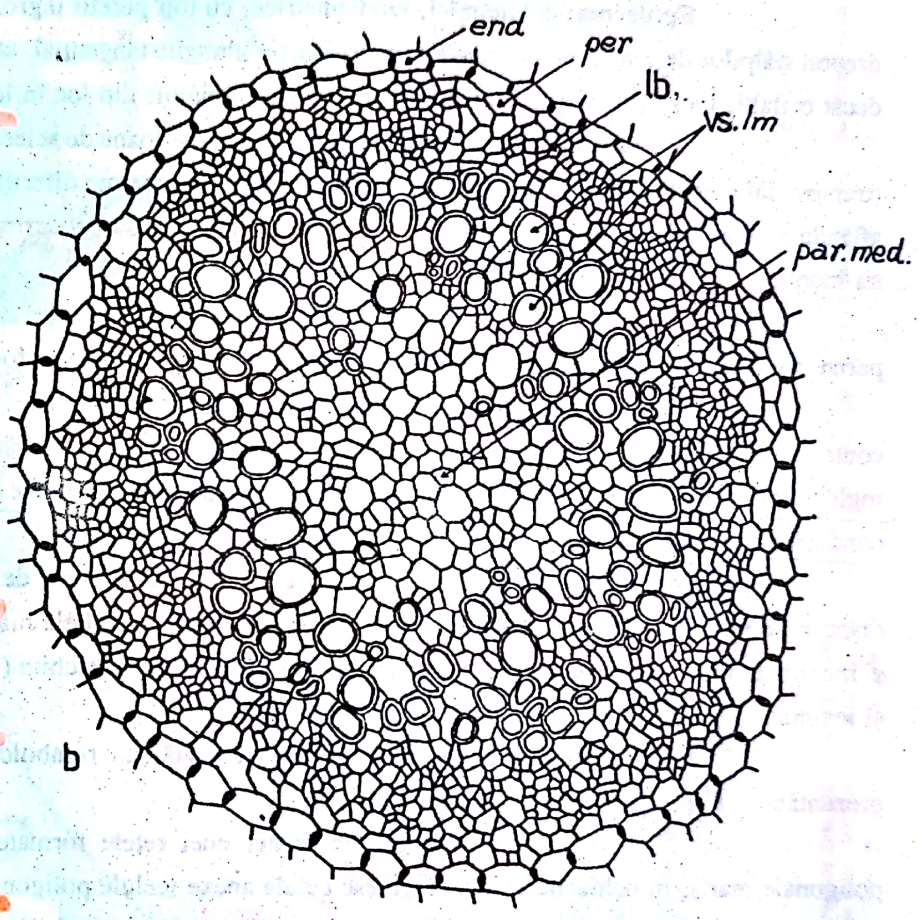
Fig. 74. Structura primară a tulpinii, la *Myriophyllum spicatum*; secțiune transversală, detaliu din epidermă și scoarță (a)și detaliu din cilindrul central (b);
cil.c - cilindru central; **cn.af** - canal aerifer; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **lb** - liber; **par** - parenchim (**cort** - cortical; **md** - medular); **vs.lm** - vase de lemn (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Epiderma: un strat de celule foarte mici, izodiametrice, bogate în cloroplaste şi cu toţi pereţii foarte subţiri; stomatele şi perii lipsesc.

Fig. 74 b.



Scoarţa: extrem de groasă, diferenţiată în trei subzone:

- externă: 3 - 5 straturi de celule poligonale, bogate în cloroplaste;
- mijlocie: foarte groasă, străbătută de 15-20 canale aerifere separate între ele prin lame pluricelulare uniseriate sau biseriate (celulele conţinând cloroplaste sau ursini de oxalat de calciu); totalitatea canalelor corticale formează un aerenchim de tip lamelar;
- internă : 3 - 5 straturi de celule poligonale; cel mai intern strat de celule reprezintă o **endodermă de tip primar** (cu îngroşările Caspary vizibile în pereţii radiari).

Cilindrul central: foarte subţire, cu periciclu parenchimatic, ţesuturi conducătoare şi măduvă. Elementele conducătoare nu formează fascicule, ci două inele concentrice: unul extern de liber (tuburi ciuruite şi celule anexe) şi altul intern de lemn (puţine vase şi celule de parenchim); aceste două inele alcătuiesc un cordon axial de tesut conducător redus. Pe lângă trăsăturile de hidrofitism menţionate mai sus, subliniem şi lipsa oricărui element mecanic în cele trei zone anatomice.

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura primară a tulpinii** de grâu - ***Triticum aestivum*** **L.** - fam. *Poaceae* (secţiune transversală)(fig. 75).

Conturul secţiunii transvesale prin internodul paiului este aproximativ circular.

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Epiderma: celule mici, izodiametrice, cu toţi pereţii îngroşaţi, lignificaţi şi silicifiaţi în dreptul stâlpilor de sclerenchim; celule mai mari, uşor alungite tangenţial, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalţi, lignificaţi şi silicifiaţi în dreptul clorenchimului; din loc în loc se observă stomate.

Scoarţa: subţire, diferenţiată în stâlpi sau cordoane de sclerenchim ce alternează cu benzi (trapezoidale) de clorenchim; cordoanele de sclerenchim au grosime diferită, în dreptul celor mai subţiri aflându-se fascicule conducătoare mici; scoarţa nu se termină cu endodermă, după cum cilindrul central nu începe cu pericicliu.

Cilindrul central: gros, cuprinzând fascicule conducătoare, ţesut sclerenchimatic, parenchim fundamental celulozic şi o mare cavitate aeriferă centrală (în formă de canal).

Ţesutul sclerenchimatic formează un inel sinuos subţire (aproximativ tristratificat), în contact cu stâlpii hipodermici de sclerenchim şi cu fasciculele conducătoare; inelul de sclerenchim înglobează în cea mai mare parte fascicule conducătoare mici şi poate atinge unele din fasciculele conducătoare mari.

Fasciculele conducătoare, de tip colateral închis, sunt de două categorii: unele mici, dispuse pe un cerc extern şi înglobate în ţesutul sclerenchimatic; altele mari, dispuse pe un cerc intern şi înlglobate în parenchimul fundamental, fiind înconjurate de sclerenchim (mai dezvoltat la polii liberian şi lemnos).

Fiecare fascicul conducător are formă ovală sau romboidală în secţiune transversală, prezentând:

- liber la exterior, de forma unei reţele formate din tuburi ciuruite (celule poligonale mari), în ochiurile căreia se găsesc celule anexe (celule poligonale mici);
- lemn la interior, de forma literei V, cu 1 -2 vase strâmte de protoxilem spre centru şi 2 vase largi de metaxilem, dispuse lateral, simetric, în vecinătatae liberului; între vasele de metaxilem se observă celule de parenchim lemnos cu pereţi îngroşaţi şi lignificaţi, iar în jurul vaselor de protoxilem se află celule de parenchim lemnos cu pereţi subţiri, celulozici; din resorbţia primelor vase de protoxilem rezultă o lacună fasciculară acviferă.

▲ **Structura tulpinii** de cârcel - ***Ephedra distachya*** **L.** - fam. *Ephedraceae* (secţiune transversală prin lăstarul anual tânăr)(fig. 76).

Arbust de locuri nisipoase (plantă arenarie), cu frunze reduse, caduce de timpuriu, aşa

Scanned with OKEN Scanner

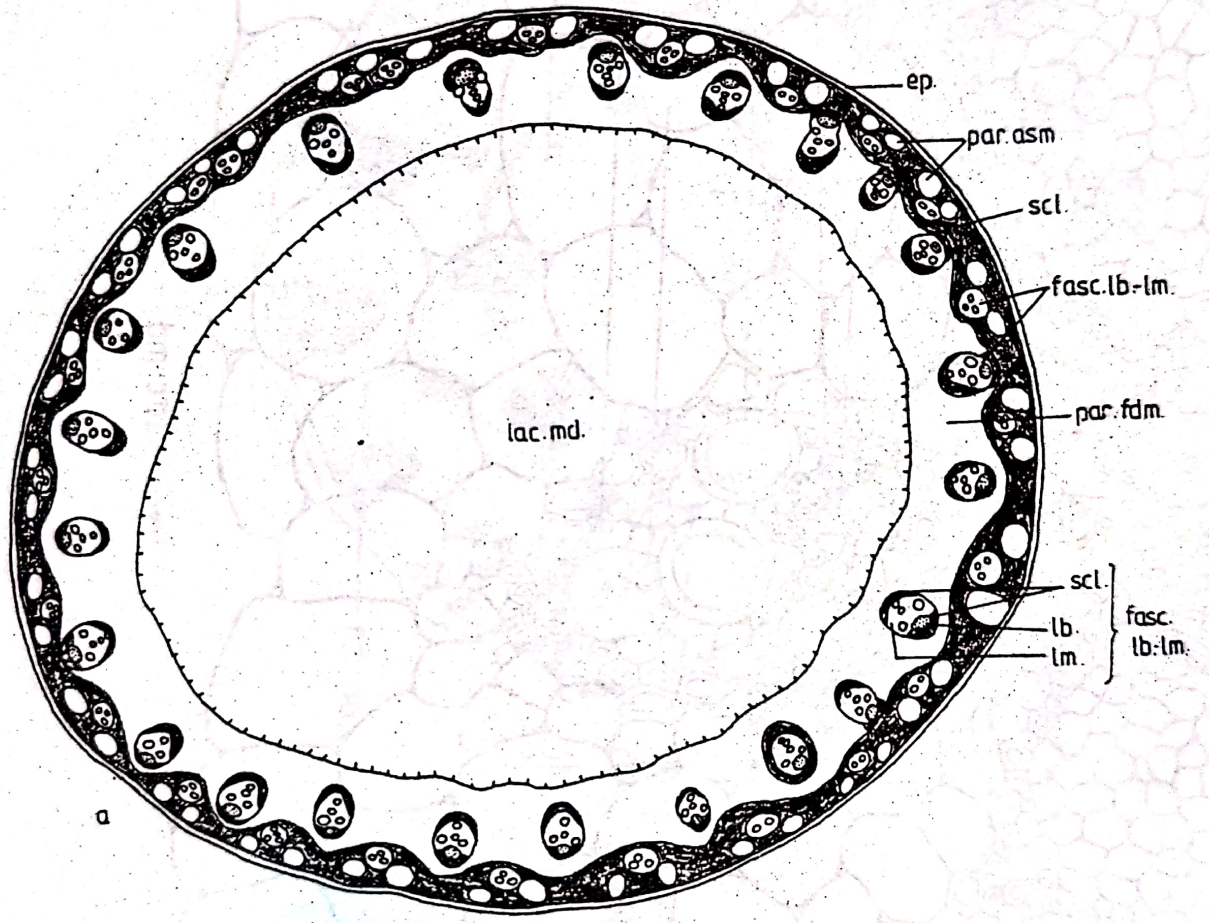


Fig. 75. Structura primară a tulpinii, la *Triticum aestivum*; secțiune transversală, schemă(a) și detaliu (b):
cel.a - celulă anexă; **ep** - epidermă; **fasc.lb.lm** - fascicule libero-lemnoase; **lac** - lacună (**acv** - acviferă; **md** - medulară); **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**asm** - asimilator; **fdm** - fundamental); **scl** - sclerenchim; **t.c** - tub ciuruit; **vs** - vase (**mt** - metaxilem; **ptx** - protoxilem)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

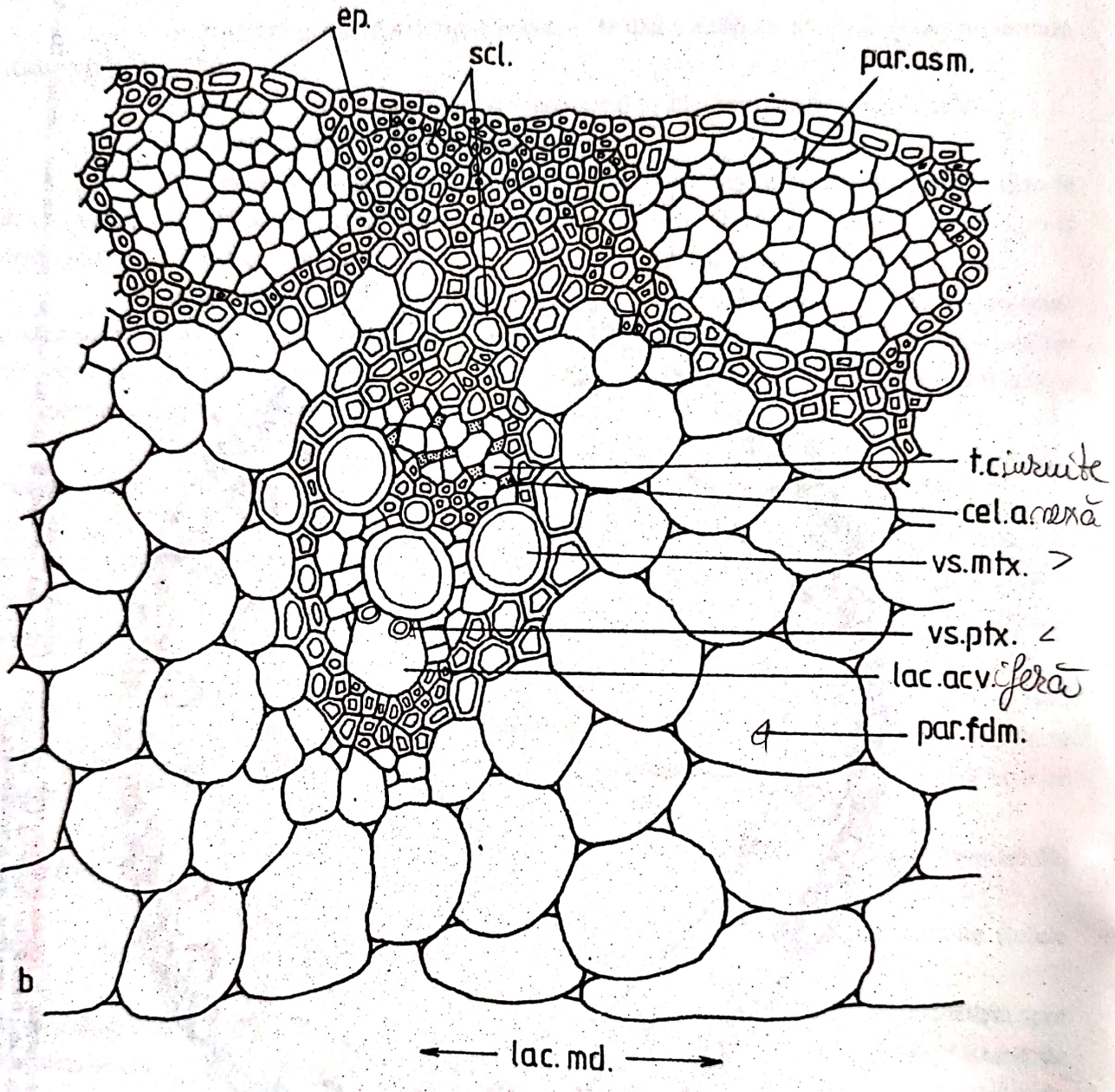


Fig. 75 b

Scanned with OKEN Scanner

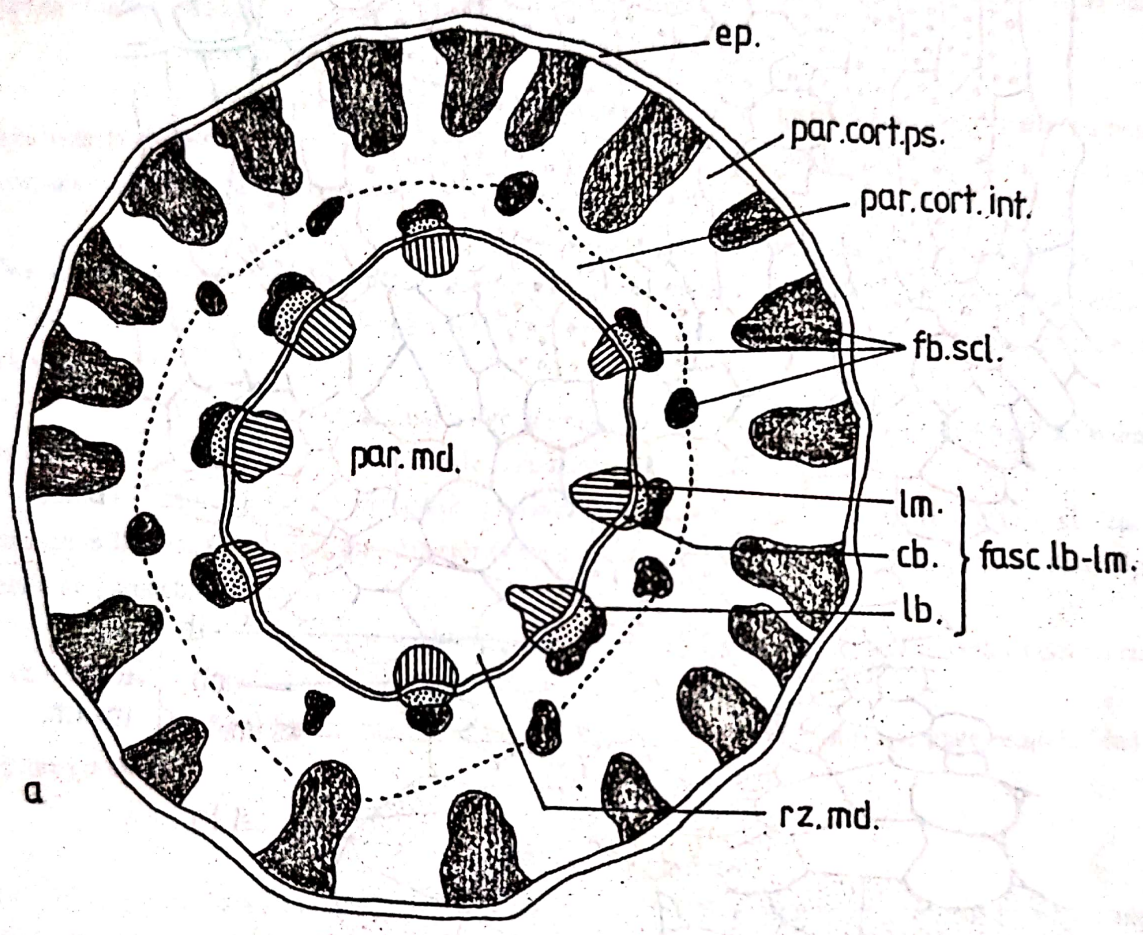


Fig. 76. Structura tulpinii, la *Ephedra distachya*: secţiune transversală, schemă(a) şi detaliu (b): **cb** - cambiu; **cel.tn** - celule taninifere; **fb.scl** - fibre de sclerenchim; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cort.int** - cortical intern; **cort.ps** - cortical palisadic, **md** - medular); **rz.md** - rază medulară; **vs. lm** - vase de lemn (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

rizoderma pt. axa.
epid. pt. talp.

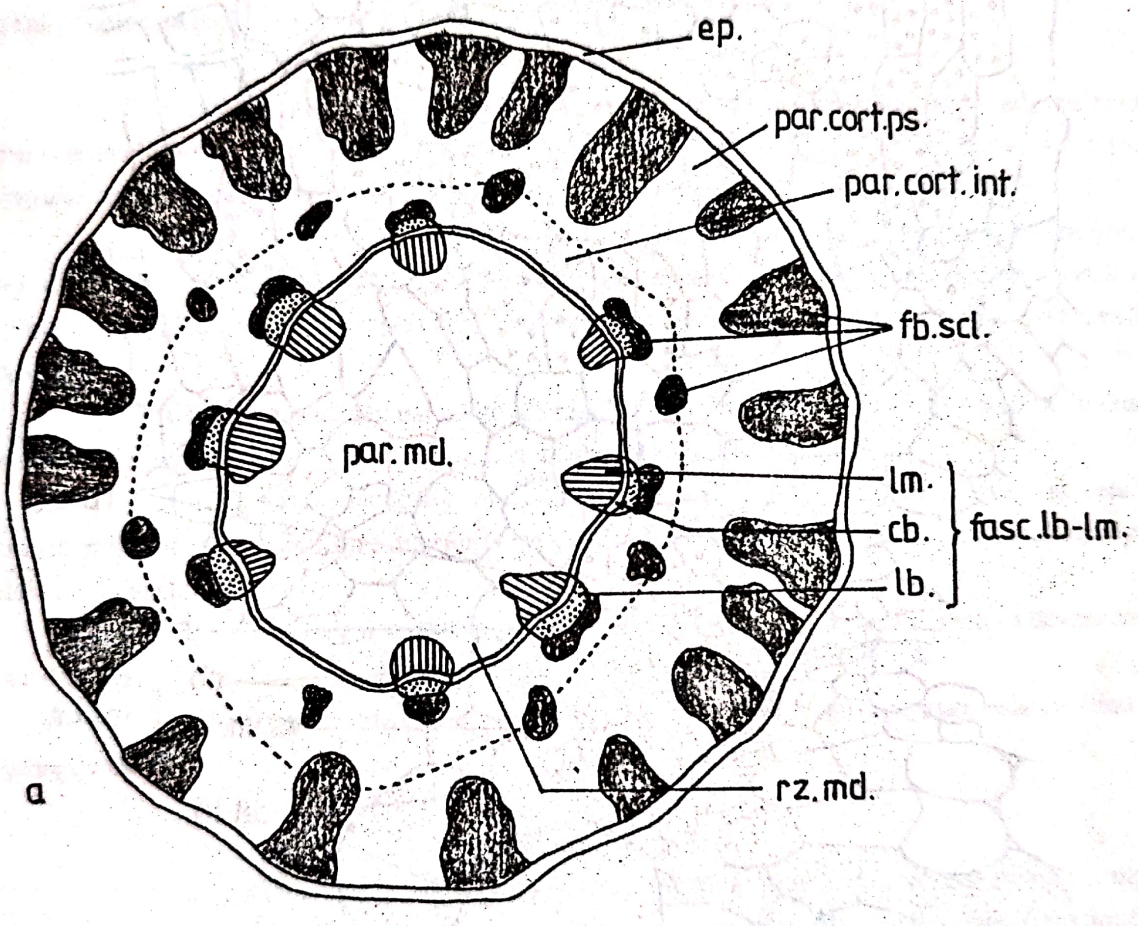


Fig. 76. Structura tulpinii, la *Ephedra distachya*: secțiune transversală, schemă(a) și detaliu (b): **cb** - cambiu; **cel.tn** - celule taninifere; **fb.scl** - fibre de sclerenchim; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cort.int** - cortical intern; **cort.ps** - cortical palisadic, **md** - medular); **rz.md** - rază medulară; **vs. lm** - vase de lemn (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

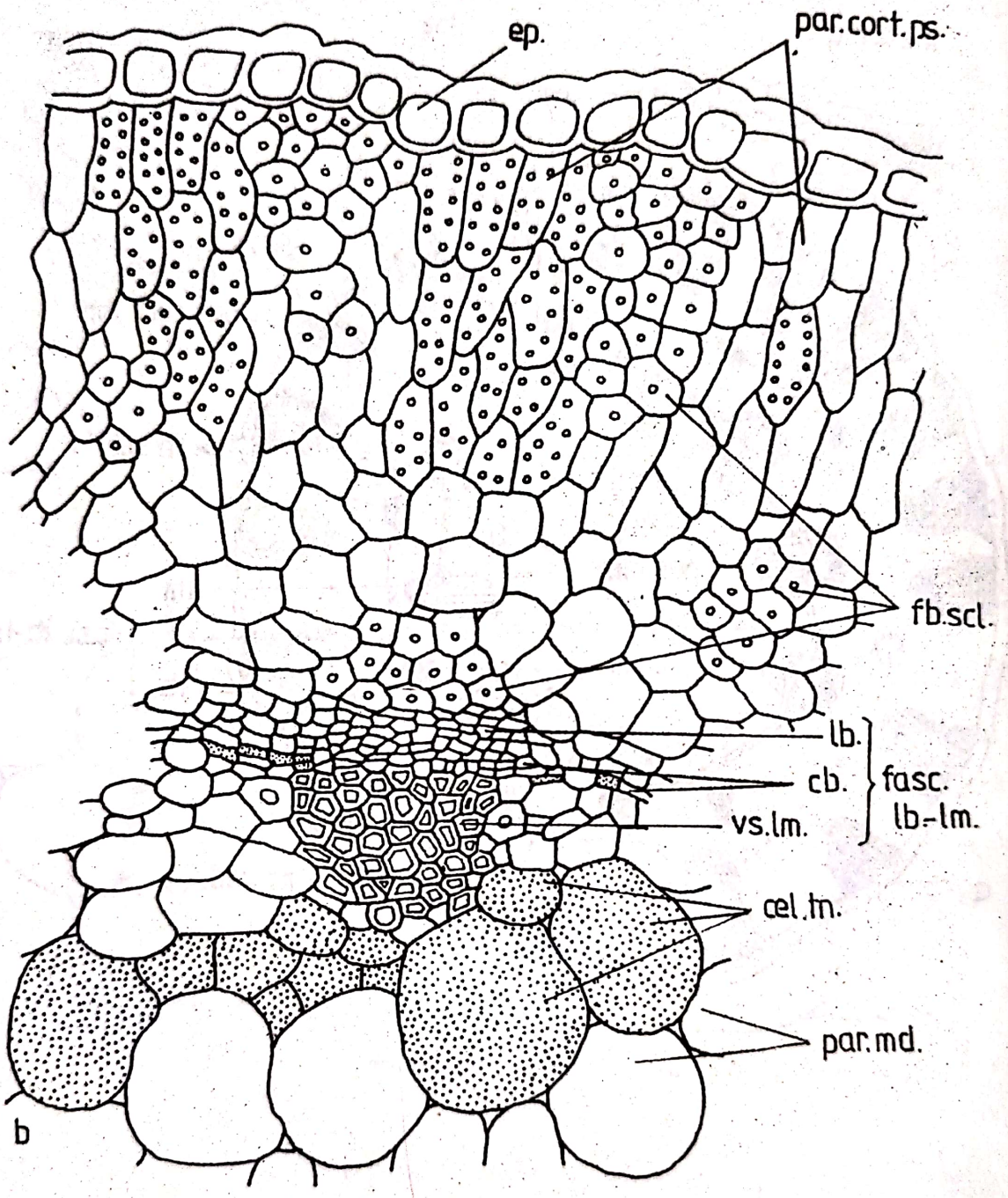


Fig. 76 b

Scanned with OKEN Scanner

încât scoarţa tulpinii preia funcţia de fotosinteză. Face parte din grupa gimnospermelor mai evoluate.

Conturul secţiunii transversale este circular - costat, cu coaste atenuate.

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Epiderma: un strat de celule mari, cu peretele extern foarte îngroşat şi acoperit de o cuticulă foarte groasă. Stomatele se află sub nivelul extern al epidermei, rezultând astfel camere suprastomatice adânci.

Scoarţa: groasă, diferenţiată în două zone:

- *externă*, mai groasă, în care alternează benzi de ţesut asimilator palisadic cu benzi de fibre sclerenchimatice (în dreptul coastelor); celulele palisadice sunt înalte şi dispuse în 3 - 4 straturi compacte, iar cele mecanice au pereţii foarte îngroşaţi, celulozici;

- *internă:* subţire (1 - 3 straturi de celule parenchimatice), cu fibre solitare sau grupe de fibre sclerenchimatice din loc în loc; asemenea fibre formează cordoane la faţa externă a fasciculelor conducătoare (având valoare de periciclu discontinuu), ori sunt dispersate în razele medulare şi în măduvă.

Cilindrul central: mai multe (de regulă 8) fascicule conducătoare de tip colateral deschis, dispuse pe un cerc şi separate între ele de raze medulare parenchimatice largi.

Un fascicol conducător prezintă liberul spre exterior (tuburi ciuruite şi celule de parenchim liberian) şi lemnul spre interior (vase cu punctuaţii areolate, dispuse în şiruri radiare şi puţine celule de parenchim lemnos).

Între liber şi lemn se observă câteva straturi de procambiu, care curând va deveni cambiu şi va determina creşterea în grosime a tulpinii.

Măduva este parenchimatic - celulozică, de tip meatic, aproape toate celulele fiind mari şi pline cu tanin.

2⁰ Structura secundară

Această structură o completează pe cea primară, asigurând creşterea în grosime a tulpinii, se datoreşte activităţii meristemelor secundare (laterale) şi caracterizează plantele lemnoase (gimnosperme, angiosperme dicotiledonate), uneori şi cele ierboase perene, foarte rar chiar anuale dicotiledonate (floarea soarelui); în cazul plantelor ierboase, creşterea moderată în grosime a tulpinii se datoreşte numai cambiului (continuu, dar numai cel intrafascicular produce elemente conducătoare secundare).

Cambiul apare primul şi are rolul cel mai important, rezultând în cea mai mare măsură din cordoanele de procambiu ce se menţin între liberul primar şi lemnul primar al fasciculelor conducătoare de tip colateral deschis.

Felogenul apare ulterior şi mai cu seamă la plantele lemnoase, totdeauna prin

Scanned with OKEN Scanner

dediferenţiere, adesea pe seama straturilor corticale externe.

Componenţa tesuturilor definitive secundare. La plantele lemnoase, epiderma şi scoarţa primară de la exteriorul suberului mor şi se exfoliază. Xilemul primar şi măduva perisită multă vreme; când se formează deja duramenul ele mor şi îi sunt incorporate acestuia.

La plantele ierboase, formaţiunile secundare sunt slab dezvoltate şi rezultă mai ales din activitatea cambiului. Scoarţa primară şi măduva persistă, recunoscându-se uşor poziţia xilemului şi a floemului primar. Razele medulare se sclerifică şi se lignifică doar la nivelul xilemului secundar.

Floemul (liberul) **secundar** prezintă: celule ciuruite la gimnosperme, tuburi ciuruite la angiosperme, celule anexe (numai la angiosperme), celule de parenchim longitudinal (liberian) amilifer şi, uneori, fibre liberiene (care aparţin sclerenchimului şi alcătuiesc liberul tare); în plus, se mai pot găsi şi sclereide, laticifere, celule oxalifere, celule cu mucilagiu ş. a. La unele plante (de ex. tei), în floemul secundar alternează paturi de liber moale (tuburi ciuruite, celule anexe, celule de parenchim liberian) cu paturi de liber tare (fibre liberiene). La periferia liberului secundar se mai observă resturi din liberul primar, mult strivit şi greu de recunoscut după un an.

Xilemul (lemnul) **secundar** prezintă: vase (uneori de diametru diferit în lemnul timpuriu şi în cel târziu), celule de parenchim longitudinal (lemnos), adesea cu pereţi lignificaţi şi fibre lemnoase (ce aparţin sclerenchimului) care alcătuiesc libriformul, foarte bine dezvoltat la unele esenţe lemnoase.

La multe plante (îndeosebi lemnoase) din zona temperată, în lemnul secundar se observă inele anuale, datorită întreruperii activităţii cambiului la sfârşitul verii); în acest caz, adesea se observă, în fiecare inel, vase puţine şi de diametru mic la finele verii şi vase multe cu diametrul mare primăvara. Grosimea inelelor anuale diferă în funcţie de specie, vârsta arborelui, condiţiile de climat etc.

În funcţie de dispoziţia şi diametrul vaselor în grosimea inelelor de lemn se disting: specii cu lemn de tip inelo - poros (de ex. stejar) şi specii cu lemn de tip difuz -poros (de ex. plop). Uneori trecerea de la lemnul timpuriu la lemnul târziu se face lent (de ex. tei, pin).

▲ <u>Structura secundară a tulpinii</u> de ***Aristolochia durior*** L. - fam. *Aristolochiaceae* (dicotyledonate)(secţiune transversală printr-o ramură de trei ani)(fig. 77).

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Periderma (scoarţa secundară), cu suber la exterior, felogen la mijloc şi feloderm spre interior; din loc în loc se observă lenticele. Felogenul începe să funcţioneze mai întâi în dreptul lenticelelor, în rest periderma fiind întreruptă de epidermă. Suberul cuprinde mai multe straturi de celule dreptunghiular - alungite tangenţial, cu pereţii subţiri, dar suberificaţi. Felodermul prezintă ceva mai puţine straturi de celule parenchimatice uşor alungite radiar, printre care se află şi celule rotunjite, cu cloroplaste sau cu ursini de oxalat de calciu.

Scanned with OKEN Scanner

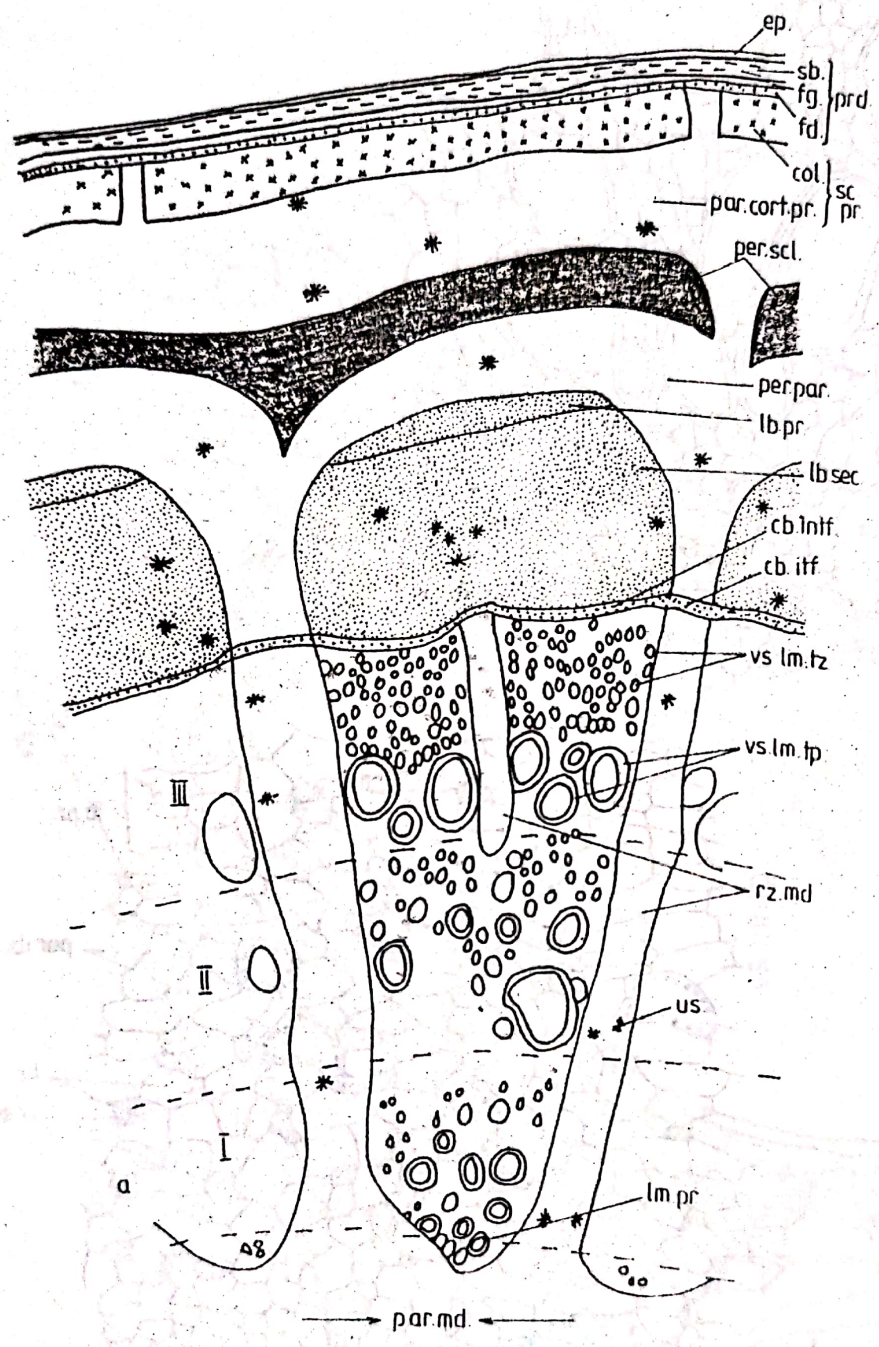


Fig. 77. Structura secundară a tulipnii, la *Aristolochia durior*: secțiune transversală printr-o ramură de trei ani, schemă (a) și detalii: b - din liber; c,d - din lemn (primar - c și secundar - d):
cb - cambiu (**intf** - intrafascicular, **itf** - interfascicular); **cel.a** - celule anexe; **col** - colenchim; **fb.lm** - fibre lemnoase; **fg** - felogen; **fd** - feloderm; **lb** - liber (**pr** - primar; **sec** - secundar); **lm.pr** - lemn primar; **par** - parenchim (**cort.pr** - cortical primar; **lb** - liberian; **lm** - lemnos; **md** - medular; **pr.clz** - primar, celulozic); **per** - periciclu (**par** - parenchimatic; **scl** - sclerenchimatic); **prd** - peridermă; **rz.md** - raze medulare; **sc. pr** - scoarța primară; **t.c** - tuburi ciuruite; **vs** - vase (**lm.tp** - lemn timpuriu; **lm.tz** - lemn târziu; **mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem); **us** - ursini de oxalat de calciu; I, II, III - inele anuale de lemn secundar (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

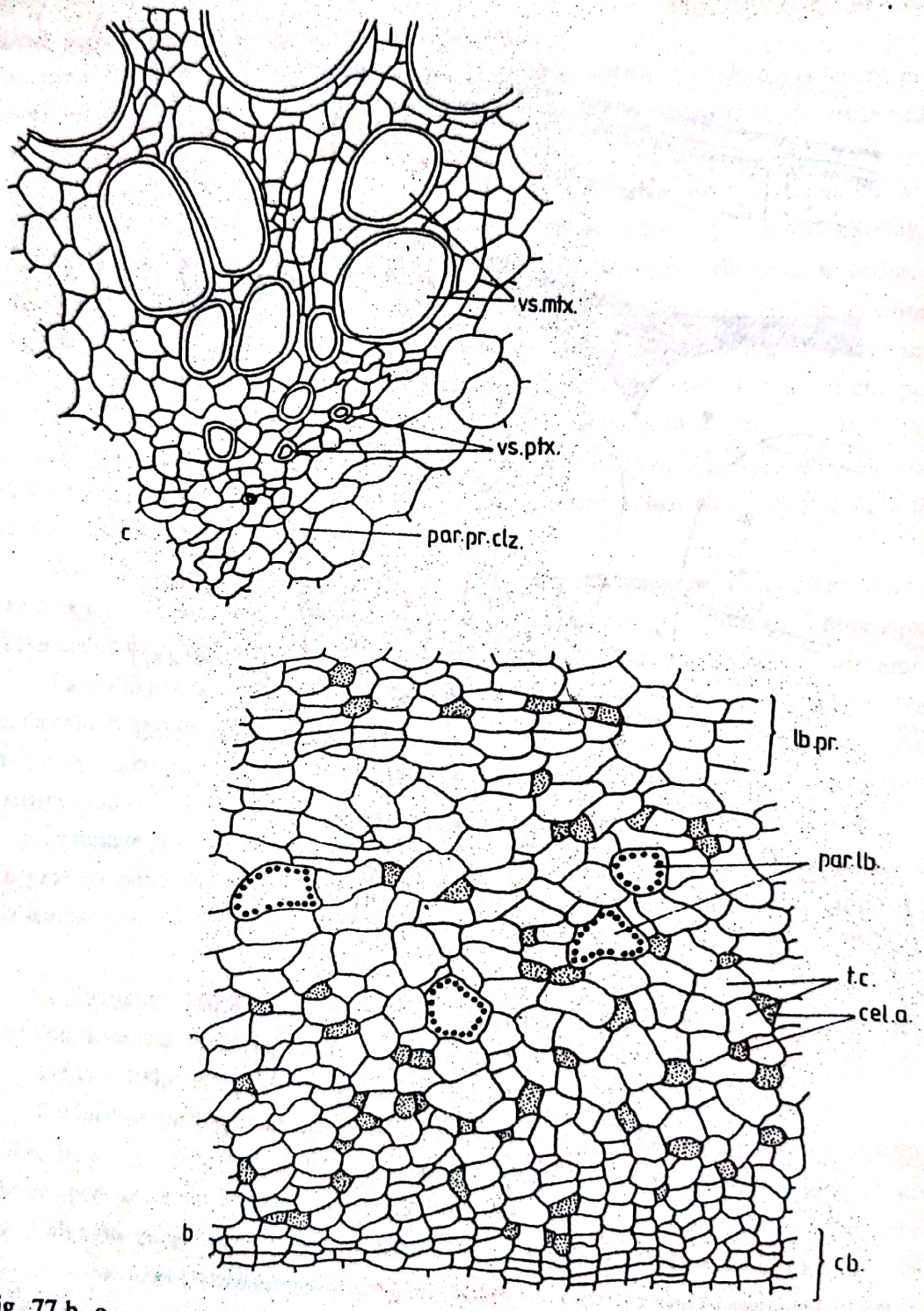


Fig. 77 b, c

Scanned with OKEN Scanner

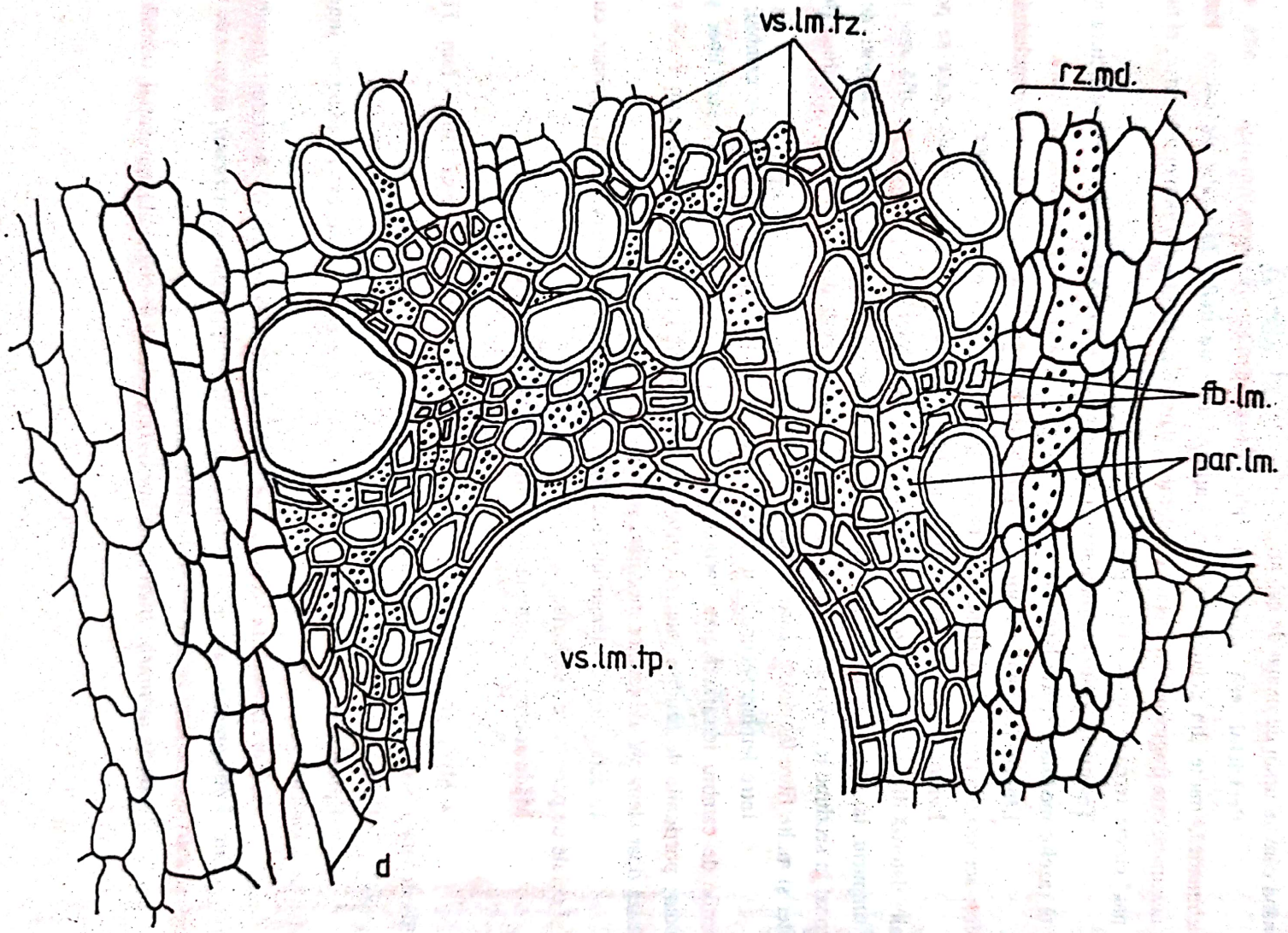


Fig. 77 d

Scoarţa primară este diferenţiată într-un inel de colenchim tangenţial, întrerupt în dreptul razelor medulare (datorită creşterii în grosime a tulpinii pe seama cambiului) şi un inel de parenchim cortical, cu celule alungite tangenţial (datorită presiunii exercitate de straturile interne), multe din ele conţinând câte un ursin de oxalat de calciu.

Pericicluł este diferenţiat într-o zonă externă sclerenchimatică şi alta internă parenchimatică, multe din celulele acesteia conţinând câte un ursin de oxalat de calciu. Pericicluł sclerenchimatic este fragmentat în dreptul razelor medulare (fiind format din elemente moarte, el nu poate "ţine pas" cu creşterea în diametru a tulpinii).

Ţesuturile conducătoare secundare păstrează forma fasciculară din structura primară datorită razelor medulare foarte largi; în fiecare "fascicul" se află trei zone anuale de lemn.

Liberul (floemul) **secundar**: tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian amilifer; acestea din urmă, uşor alungite, formează zone tangenţiale pluristratificate.

Lemnul (xilemul) **secundar** este diferenţiat în trei "inele" anuale, care se pot uşor delimita datorită diferenţei de diametru a vaselor; în fiecare "inel" , spre interior se află vase largi de lemn timpuriu, iar spre exterior vase din ce în ce mai strâmte de lemn târziu, ambele categorii de contur poligonal în secţiune transversală; printre vase se află puţine celule de parenchim longitudinal (lemnos) amilifer şi multe fibre lemnoase (care formează libriformul).

Între lemnul secundar şi liberul secundar se află un inel continuu de cambiu; numai porţiunile de cambiu intrafascicular, format din 15 - 20 straturi de celule, formează liber şi lemn secundar; porţiunile de cambiu interfascicular, cu celule mult mai mari şi dispuse în 2 - 4 straturi, formează doar elemente ale razelor medulare secundare.

La faţa internă a lemnului secundar din primul an se observă lemnul primar, cu puţine vase şi celule de parenchim celulozic.

Măduva este parenchimatic - celulozică, de tip meatic.

▲ **Structura secundară a tulpinii** de tei alb - ***Tilia tomentosa*** Mill. - fam. *Tiliaceae* (dicotiledonatae) (secţiune transversala printr-o ramură de trei ani)(fig. 78).

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Epiderma: persistă, fiind formată din celule cu peretele extern puternic îngroşat şi acoperit de o cuticulă groasă.

Periderma (scoarţa secundară): relativ subţire, formată din 6 - 8 straturi de suber spre exterior (celule drptunghiular - alungite tangenţial, cu pereţi subţiri, (dar suberificaţi), un strat de felogen şi 3 - 4 straturi de feloderm (celule parenchimatice amilifere).

Scoarţa primară: diferenţiată într-o zonă externă de colenchim tangenţial, o zonă internă

Scanned with OKEN Scanner

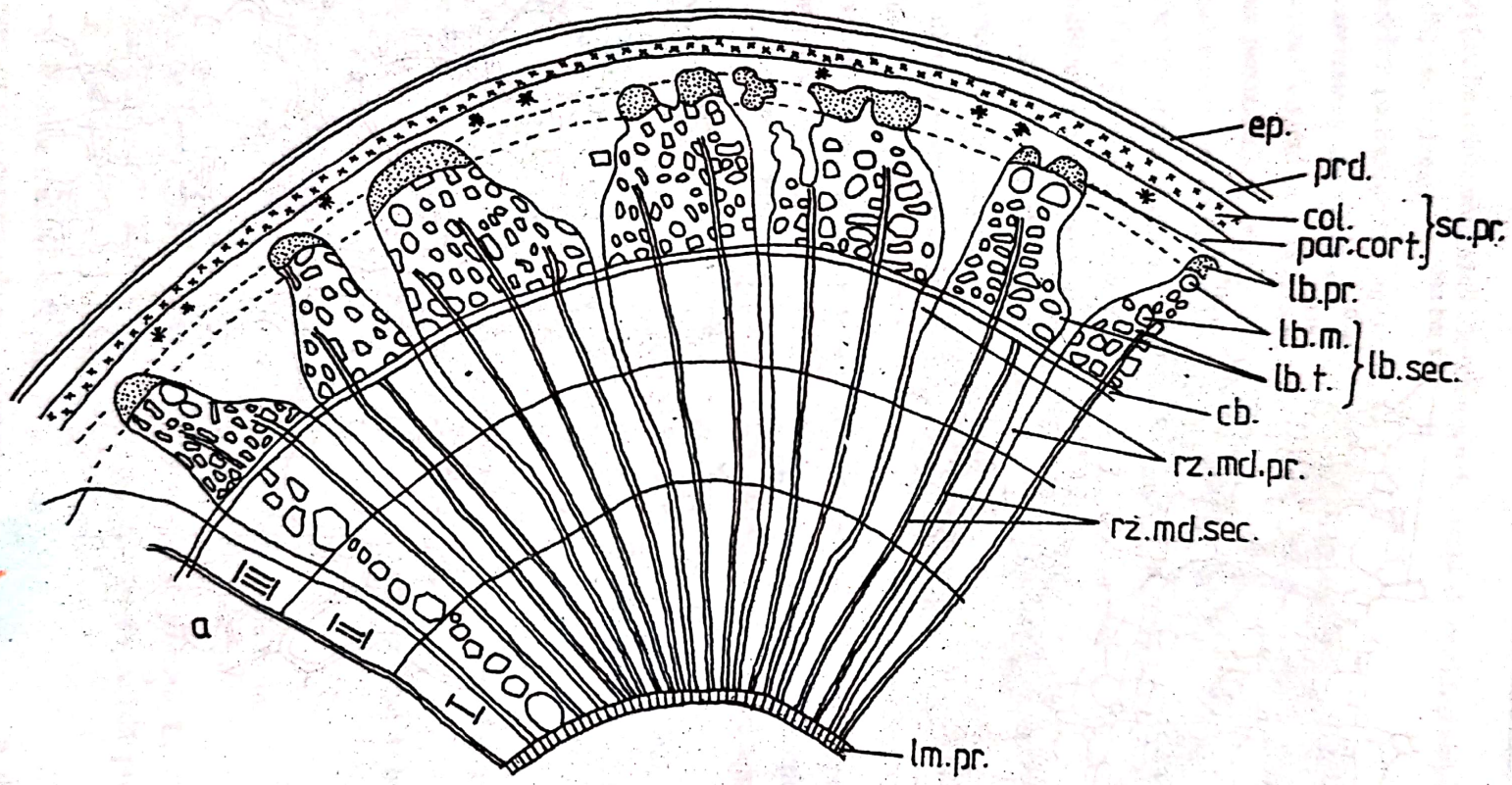
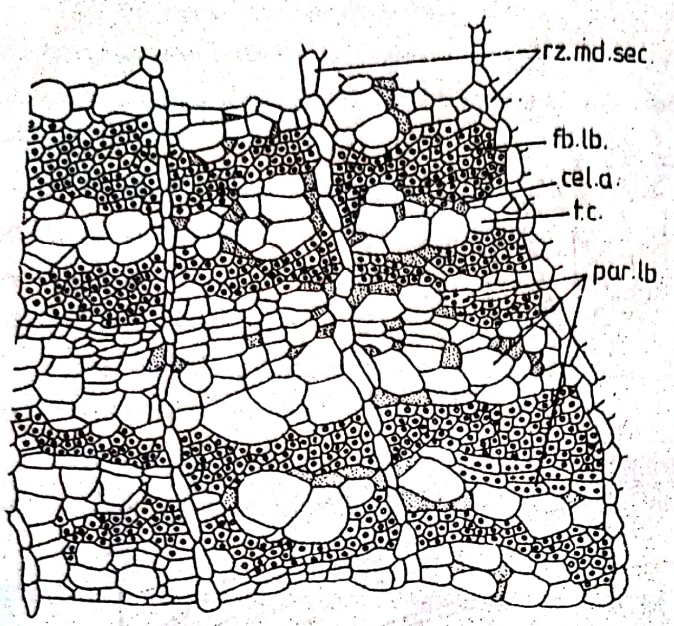


Fig. 78. Structura secundară a tulpinii, la *Tilia tomentosa*; secțiune transversală printr-o ramură de trei ani, schemă (a) și detalii: b - din liber, c - din lemn: **cb** - cambiu; **cel.a** - celulă anexă; **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **fb** - fibre (**lb** - liberiene, **lm** - lemnoase); **lb** - liber (**m** - moale, **pr** - primar; **sec** - secundar; **t** - tare); **lm.pr** - lemn primar; **par** - parenchim (**cor** - cortical; **lb** - liberian); **rz.md** - rază medulară (**pr** - principală, **sec** - secundară); **prd** - peridermă; **sc.pr** - scoarță primară; **vs.lm** - vase de lemn (**tp** - timpuriu, **tz** - târziu); **t.c** - tub ciuruit; I, II, III inele anuale de lemn secundar (orig.)

Scanned with OKEN Scanner



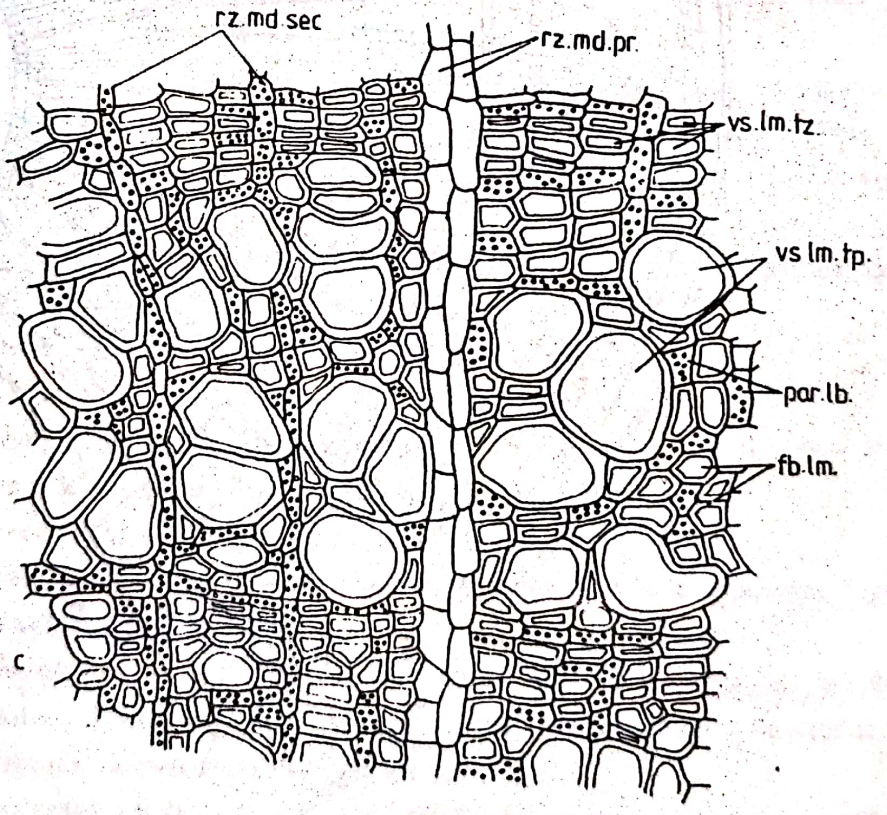


Fig. 78 b, c

Scanned with OKEN Scanner

de parenchim cortical (multe celule conţinând câte un ursin de oxalat de calciu) şi endodermoid (un strat de celule amilifere, dispuse ordonat).

Periciclul: parenchimatic, unistratificat.

Liberul primar:câteva straturi de celule puternic aplatizate radiar, în curs de dezorganizare.

Liberul secundar: un inel gros, în care alternează (pe secţiuni transversale) trapeze (cu baza mică spre exterior) de liber propriu-zis cu triunghiuri (cu baza spre exterior) de parenchim (raze medulare liberiene principale sau parenchim de dilatare).

În grosimea fiecărui trapez alternează zone de liber tare (fibre liberiene cu pereţii foarte îngroşaţi şi lignificaţi, lumenul fiind punctiform) cu zone de liber moale (tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian amilifer); aceste trapeze sunt străbătute de raze medulare secundare, uniseriate, formate din celule vii, alungite radiar. Triunghiurile reprezintă razele medulare principale, formate din celule mari, unele din ele conţinând câte un ursin de oxalat de calciu.

Lemnul secundar: trei inele anuale, din care cel mai vechi se află spre măduvă, iar cel mai nou lângă cambiu.

Fiecare inel anual cuprinde: vase largi de primăvară (lemn timpuriu) spre interior şi vase strâmte de vară (lemn târziu) spre exterior; toate vasele au contur poligonal în secţiune transversală; printre vase se află puţine celule vii de parenchim lemnos amilifer şi multe fibre lemnoase cu pereţii moderat îngroşaţi şi lignificaţi, ce alcătuiesc libriformul.

Lemnul secundar este străbătut de numeroase raze medulare, principale (biseriate) şi secundare (uniseriate), care le continuă pe cele de la nivelul liberului; primele ajung până la măduvă, celelalte se opresc la nivelul diferitelor inele anuale, toate fiind formate din celule parenchimatice, uşor alungite radiar, cu pereţii slab lignificaţi.

Între inelul de liber secundar şi cel mai tânăr inel de lemn secundar se observă un inel de cambiu format din puţine straturi de celule cu dispoziţie în şiruri radiare.

La faţa internă a inelului lemnos din primul an se observă un inel de **lemn primar**, ale cărui vase sunt separate de parenchim celulozic.

Măduva este parenchimatic - celulozică, de tip meatic.

Unele celule din scoarţă, razele medulare şi măduvă conţin tanin.

▲ **Structura secundară a tulpinii** de pin - ***Pinus sylvestris* L.** - fam. *Pinaceae* (gimnosperme) (secţiuni: transversală, longitudinal radiară şi longitudinal tangenţială, printr-o ramură de trei ani (fig. 79).

▲ **Secţiune transversală** (fig. 79 a, b, c)

De la exterior spre centrul tulpinii distingem:

Scanned with OKEN Scanner

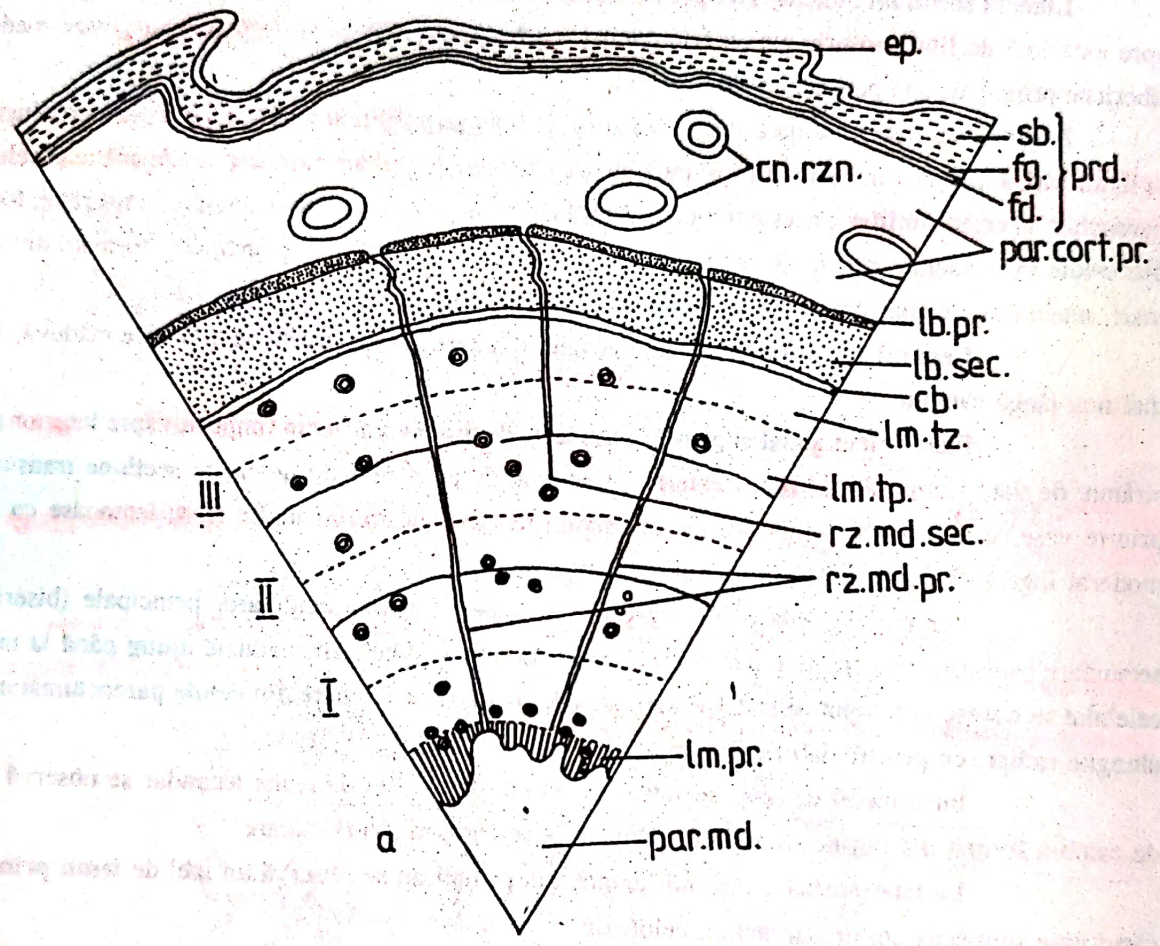
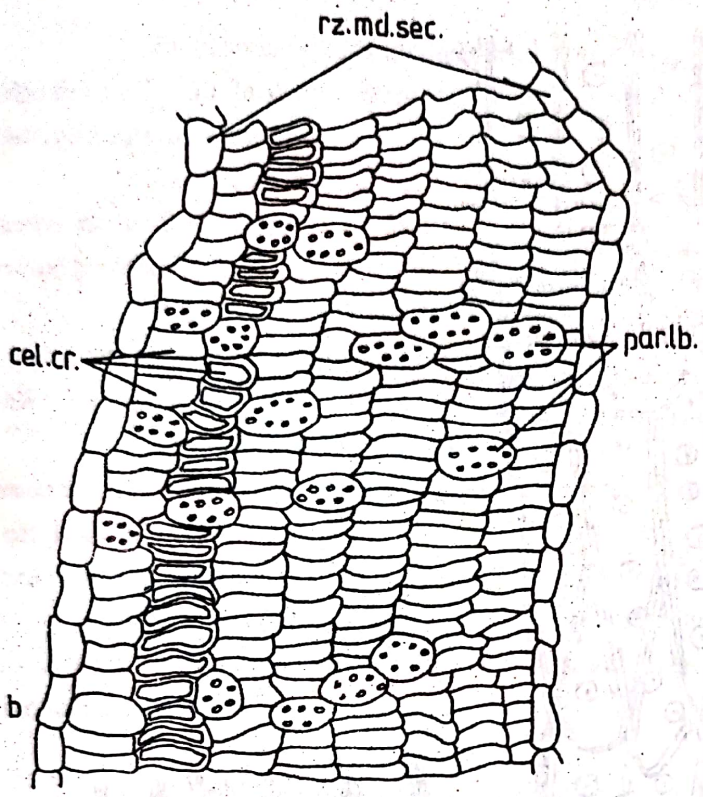


Fig. 79. ***Structura secundară a tulpinii, la Pinus sylvestris;*** secţiune transversala (a, b, c) şi longitudinală (d - radiară; e - tangenţială) printr-o ramură de trei ani, schemă (a) şi detalii din: b - liber secundar, c, d, e - lemn secundar: **cb** - cambiu; **cel** -celulă (**am** - amiliferă, **cr** - ciuruită, **scr** - secretoare, **tr** - traheidă); **cn** - canal (**cl** - colector; **rz** - rezinifer); **ep** - epidermă; **fd** - feloderm; **fg** - felogen; **lb** - liber (**pr** - primar, **sec** - secundar); **lm** - lemn (**pr** - primar; **tp** - timpuriu; **tz** - târziu); **par** - parenchim (**cort.pr** - cortical primar; **lb** - liberian, **md** - medular); **pc.rş** - picătură de răşină; **prd** - peridermă; **pt.ar** - punctuaţie areolată; **rz.md** - rază medulară (**pr** - primară; **sec** - secundară); **sb** - suber; traheidă din lemnul (timpuriu - **tp**; târziu - **tz**); I, II, III - inele anuale de lemn secundar (orig.)

Scanned with OKEN Scanner



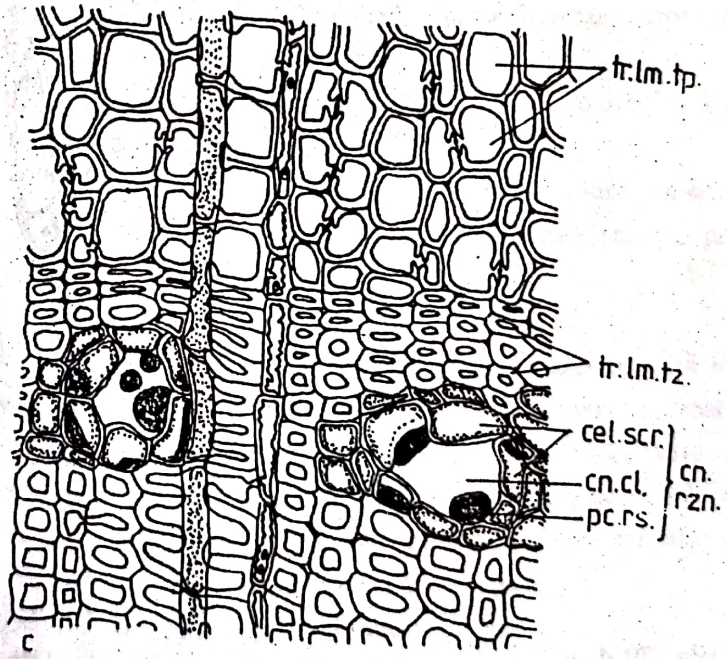
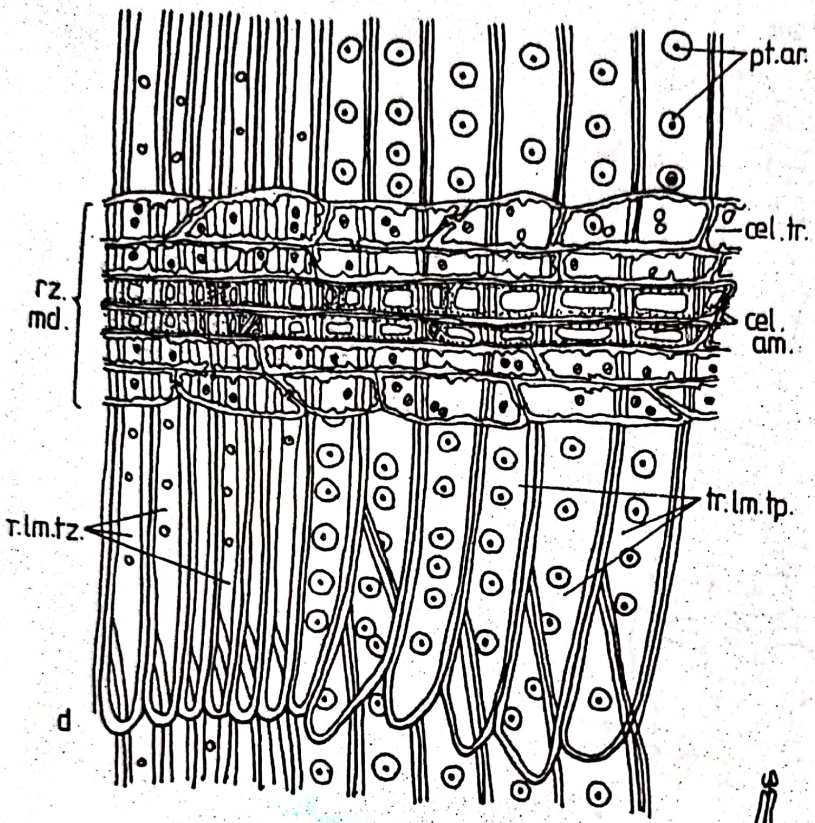


Fig. 79 b, c

Scanned with OKEN Scanner



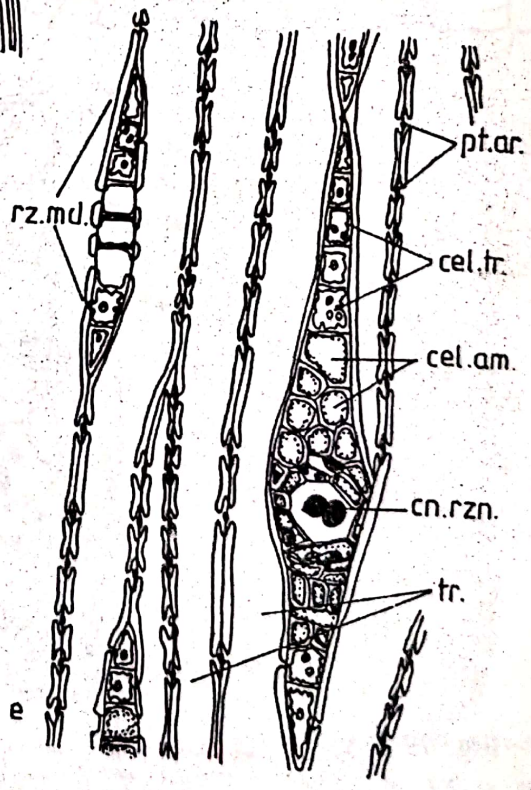


Fig. 79 d, e

Scanned with OKEN Scanner

Periderma (scoarţa secundară): *suber* pluristratificat, format din celule cu pereţii îngroşaţi şi suberificaţi, dispuse în şiruri radiare şi alungite tangenţial; *felogen* format din câteva straturi de celule colenchimatizate tangenţial.

La o ramură de un an se mai observă epiderma, discontinuă, pe alocuri exfoliată. La ramurile mai groase, epiderma s-a exfoliat complet, la exterior observându-se o ritidomă, cu celule ale primelor periderme în curs de exfoliere.

Scoarţa primară este pluristratificată, parenchimatic - celulozică şi de tip meatic, stratul cel mai intern reprezentând o teacă amiliferă cu celule alungite tangenţial. Din loc în loc se observă canale rezinifere largi.

Liberul (floemul) **secundar** (fig. 79 b) formează un inel relativ gros, ce cuprinde: *celule ciuruite* alungite tangenţial şi dispuse în şiruri radiare, având pereţii sinuoşi; zone tangenţiale discontinue de celule de parenchim liberian amilifer. Inelul liberian este străbătut de **raze medulare** sinuoase spre exterior, uniseriate şi pluriseriate, cu celule vii, alungite radiar.

Lemnul (xilemul) **secundar** (fig. 79 c) este reprezentat de trei inele anuale, fiecare format din vase (traheide), cu punctuaţii areolate (având torus), dispuse în şiruri radiare şi de contur poligonal în secţiune transversală.

În fiecare inel se observă:

- la partea internă: vase cu diametru mare (lemn timpuriu), cu perete mai subţire, având diametrul radiar mai mare decât cel tangenţial; în pereţii radiari sunt vizibile punctuaţii areolate cu torus;
- la partea externă: vase de diametru mai mic (lemn târziu), cu diametrul radiar mai mic decât cel tangenţial, cu perete puternic îngroşat şi intens lignificat;

Toate inelele anuale de lemn secundar sunt străbătute de **raze medulare**, uniseriate şi pluriseriate, care le continuă pe cele liberiene, multe din ele ajungând până la nivelul lemnului primar, toate având celule vii, alungite radiar.

În contact cu celulele razelor medulare, vasele au punctuaţii simple.

În toate inelele anuale se observă canale razinifere, mai strâmte decât cele din scoarţa primară şi mai numeroase în inelele lemnoase mai interne. La limita dintre inelul liberian şi cel mai tânăr inel de lemn secundar se pot observa câteva straturi de celule cambiale puternic aplatizate radiar.

La faţa internă a primului inel de xilem secundar se află **lemnul primar**, sub formă de arcuri separate de parenchim perimedular, ce se continuă spre exterior cu raze medulare primare; vasele de lemn primar sunt mult mai strânte şi de contur circular în secţiune transversală.

Măduva este parenchimatic - celulozică, de tip meatic.

Scanned with OKEN Scanner

▲ Secţiune longitudinal - radiară prin lemnul secundar (fig. 79 d).

Traheidele ne apar lungi, cu capete ascuţite; în pereţi se observă serii radiare de punctuaţii areolate cu torus în mijloc; fiecare punctuaţie se prezintă sub forma a trei cercuri concentrice, cel din mijloc observându-se mai greu: cercul extern - limita cavităţii punctuaţiei; cel mijlociu - limita torusului; cel intern - limita deschiderii punctuaţiei.

Razele medulare (alcătuind parenchimul orizontal) sunt dispuse perpendicular pe traheide, fiind formate din 2 - 12 şiruri radiare de celule dreptunghiulare: cele centrale sunt vii, au granule de amidon şi pereţi drepţi, numindu-se *celule amilifere*; cele marginale sunt moarte, cu punctuaţii şi pereţi ondulaţi, numindu-se *celule traheidale*.

▲ Secţiune longitudinal - tangenţială prin lemnul secundar (fig. 79 c).

Traheidele ne apar, de asemenea, lungi, cu punctuaţii areolate în pereţii laterali.

Între traheide se observă raze medulare, fusiforme, cu 2 - 12 celule dispuse una deasupra alteia; în mijloc sunt celule amilifere (care pot forma 1 - 3 straturi), iar la extremităţi celulele traheidale, ascuţite la vârf.

3. FRUNZA

Frunza este un organ vegetativ lateral, în general lăţit, care se inseră la nodurile tulpinii şi ale ramurilor acesteia. Dintre funcţiile principale ale frunzelor **normale** menţionăm: **fotosinteza, respiraţia şi transpiraţia**. Când frunzele îndeplinesc cu totul alte funcţii, sau când una din funcţiile secundare devine principală, ele se numesc **metamorfozate**. Cel mai adesea, frunza prezintă o orientare perpendiculară sau oblică pe tulpină, deci mai mult sau mai puţin orizontală, în timp ce tulpina pe care ia naştere este verticală. Această orientare fiind realizată printr-o curbură către exterior, rezultă că ţesuturile cele mai externe ale tulpinii ocupă faţa inferioară a frunzei, în timp ce ţesuturile cele mai interne ocupă faţa superioară. Aşa se explică de ce în fasciculele libero - lemnoase ale frunzei lemnul este totdeauna orientat spre epiderma suprioară, iar liberul spre cea inferioară.

Frunzele iau naştere din primordiile foliare ce se formează, acropetal, pe flancurile apexului caulinar, pe seama activităţii unor celule superficiale ale inelului iniţial; doar la ferigi frunza ia naştere dintr-o singură celulă iniţială.

În marea majoritate a cazurilor, creşterea frunzei este mai Intâi apicală, dar ea devine rapid intercalară sau bazilară la cele mai multe spermatofite, în timp ce rămâne apicală la pteridofite, la foarte puţine gimnosperme şi la unele angiosperme.

Creşterea în grosime a limbului foliar este limitată adesea numai la nervura mediană şi are loc datorită activităţii unui meristem subepidermic.

Creşterea în lăţime se datoreşte atât creşterii marginale, cât şi celei în suprafaţa. Ea începe de la baza primordiului foliar, deplasându-se în anexele foliare şi apoi în limb. Când această creştere persistă mai mult timp la baza primordiului, rezultă frunze cu limb mai lat decât lung (cordiform, reniform). Când creşterea persistă mai mult timp la mijlocul limbului, rezultă frunze cu limb eliptic sau lanceolat. Când creşterea este localizată îndeosebi la vârful primordiului, rezultă frunze cu limb mai lat în treimea superioară (obovate, spatulate).

În cursul dezvoltării ontogenetice a plantei se pot forma patru tipuri de frunze: **cotiledoane, catafile, nomofile şi hipsofile.**

Cotiledoanele sunt primele frunze ce iau naştere în viaţa plantei şi se prezintă fie ca nişte frunzuliţe foarte subţiri (ricin), fie ca nişte formaţiuni groase, bogate în rezerve nutritive (fasole, floarea soarelui).

La majoritatea plantelor cu germinaţie epigee cotiledoanele, scoase din sol, formează cloroplaste şi au rol asimilator în primele etape ale ontogenezei plantei, iar după un timp se usucă şi cad (trifoi, floarea soarelui, fasole, mulţi arbori de pădure şi pomi fructiferi).

La plantele cu **germinaţie hipogee** cotiledoanele rămân în sol, sunt groase, bogate în rezerve nutritive şi nu conţin cloroplaste (mazăre, stejar, majoritatea monocotiledonatelor).

Numărul cotiledoanelor variază: 1 la pteridofite, 2 - 15 la gimnosperme, 2 la dicotiledonate şi 1 la monocotiledonate. La multe plante semiparazite (vâsc) şi parazite (cuscută, lupoaie), precum şi la orhidee, cotiledoanele lipsesc din embrionul foarte rudimentar al seminţei.

Catafilele, numite şi frunze inferioare, sunt organe reduse, incomplet constituite (adesea formate numai din teacă), servind pentru apărare (solzii mugurilor şi ai tulpinilor subterane), mai rar pentru depozitare (frunzele cărnoase ale bulbilor).

Nomofilele, numite şi frunze mijlocii, propriu-zise, asimilatoare, sunt complet formate, prezentând adesea limb, peţiol şi teacă. Mulţi morfologi fac distinctie între protofile (frunze primordiale sau primare) şi metafile (frunze formate ulterior), primele fiind adesea mai scurte, mai înguste, mai puţin lobate, mai simplu alcătuite (de ex. la trifoi, fasole, frasin ş.a. protofilele sunt simple şi cu limb întreg). După ordinea de formare metafilele se numesc de tinereţe (apar până la inflorirea plantei) şi mature (apar după inflorire), iar după poziţia pe tulpină se numesc radicale (la baza tulpinii) şi caulinare (în lungul tulpinii).

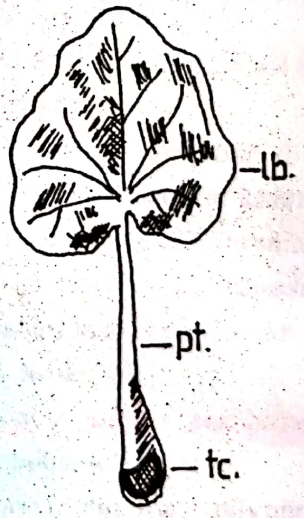


Fig. 80 Alcătuirea unei frunze complete, la *Ranunculus ficaria:*
lb - limb; pţ - peţiol; tc - teacă (orig.)

Hipsofilele, numite şi frunze superioare, sunt ultimele apărute în viaţa plantei, o dată cu înflorirea, sunt incomplet alcătuite şi au mai ales rol protector: bracteile (în axila cărora se formează florile), elementele involucrului şi ale involucelului (umbelifere, compozee), glumele sau paleile (graminee), elementele caliciului şi cele ce formează cupa unor fructe (fag, stejar).

a. Morfologie

O frunză completă este formată din limb sau lamină, peţiol sau codiţă şi teacă sau vagină (ex. grâuşor - ***Ranunculus ficaria*** L. - fam. *Ranunculaceae*)(fig. 80).

Frunzele sunt de două mari categorii: simple şi compuse.

Scanned with OKEN Scanner

1° Frunze simple

L i m b u l

Limbul este principala parte a frunzei, lățită și aplatizată, cu rol deosebit în fotosinteză. Forma și mărimea limbului sunt foarte variate. Pentru scopuri taxonomice interesează: forma generală, conformația vârfului, bazei și marginii, nervațiunea, pilozitatea, consistența.

° **Forma generală** a limbului (fig. 81). Toate formele derivă din trei principale: circulară, eliptică și ovală, care diferă între ele după mărimea celor două diametre și locul lor de întretăiere.

Variate forme de limb:

- **circulară** (diametre egale, întretăiate la mijloc): plop tremurător ***Populus tremula* L.** - fam. *Salicaceae*(fig. 81 a).

- **eliptică** (diametre inegale, întretăiate la mijloc): dârmoz - ***Viburnum lantana* L.** - fam. *Caprifoliaceae* (fig. 81 b).

- **ovală** sau ovată (diametre inegale, întretăiate în treimea inferioară): păr - ***Pirus sativa* Lam. et DC.** - fam. *Rosaceae* (fig. 81 c).

- **obovată** (invers ovată): scumpie - ***Cotinus coggygria* Scop.** - fam. *Anacardiaceae* (fig. 81 d).

- **oblongă** (ovat - lanceolată, cu limb de 3 - 5 ori mai lung decât lat): știr ***Amaranthus retroflexus* L.** - fam. *Amaranthaceae* (fig. 81 e).

- **lanceolată** (limb de cel puțin 5 ori mai lung decât lat): salcie albă - ***Salix alba* L.** - fam. *Salicaceae* (fig. 81 f).

- **liniară** (limb foarte alungit):

  - tipică - la majoritatea plantelor din fam. *Poaceae*: firuță - ***Poa pratensis* L.** (fig. 81 g).

  - aciculară - la majoritatea gimnospermelor: pin - ***Pinus sylvestris* L.** - fam. *Pinaceae* (fig. 81 h).

  - ensiformă (limb în formă de sabie): stânjenel - ***Iris germanica* L.** - fam. *Iridaceae* (fig. 81 i).

  - fistuloasă (limb cilindric - turtit, gol în interior): ceapă - ***Allium cepa* L.** - fam. *Liliaceae*.

  - cordiliniformă (limb aplatizat): usturoi - ***Allium sativum* L.** - fam. *Liliaceae*

- **reniformă** (limb în formă de rinichi): pochivnic - ***Asarum europaeum* L.** - fam. *Aristolochiaceae* (fig. 81 j).

Scanned with OKEN Scanner

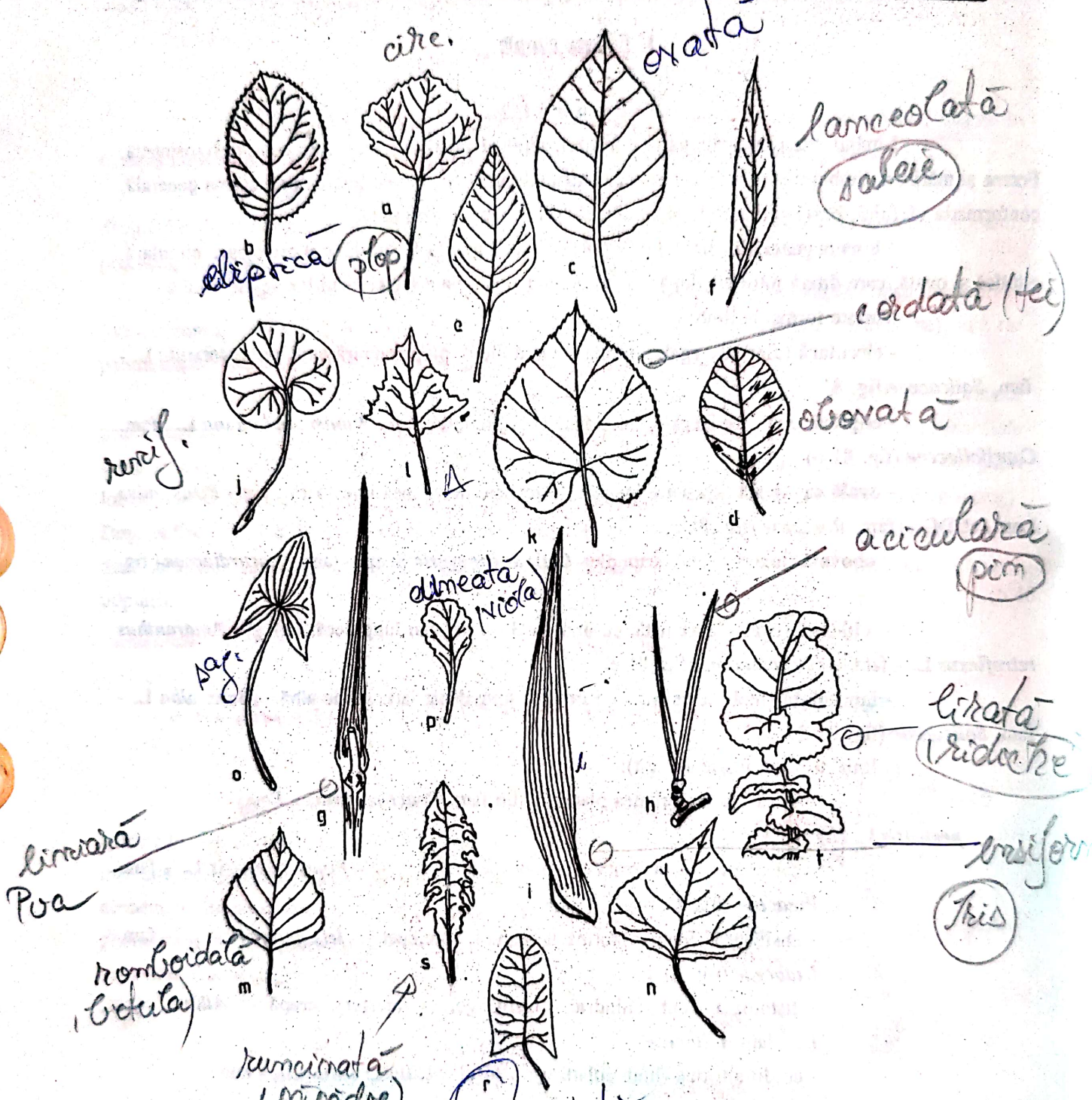


Fig. 81. Tipuri de frunze, după forma limbului:
a - circulară: *Populus tremula;* b - eliptică: *Viburnum lantana;* c - ovată: *Pyrus sativa;* d - obovata: *Cotinus coggygria;* e - oblongă: *Amaranthus retroflexus;* f - lanceolată: *Salix alba;* g - liniară: *Poa pratensis;* h - aciculară: *Pinus sylvestris;* i - ensiformă: *Iris germanica;* j - reniformă: *Asarum europaeum;* k - cordiformă: *Tilia cordata;* l - triunghiulară: *Atriplex hortensis;* m - romboidală: *Betula pendula;* n - deltoidă: *Populus nigra;* o - sagitată: *Sagittaria sagittifolia;* p - cuneată: *Bellis perennis;* r - scutată: *Rumex scutatus;* s - runcinată: *Taraxacum officinale;* t - lirată: *Raphanus sativus* (d. Tarnavschi și colab.)

- **cordiformă** (limb în formă de inimă): tei pucios - ***Tilia cordata*** **Mill.**- fam. ***Tiliaceae*** (fig. 81 k).

- **triunghiulară** : lobodă - ***Atriplex hortensis*** **L.** - fam. *Chenopodiaceae* (fig. 81 l).

- **romboidală**: mescteacăn - ***Betula pendula*** **Roth.** - fam. *Betulaceae* (fig. 82 m).

- **deltoidă** (limb de forma literei grecești delta): plop negru ***Populus nigra*** **L.** - fam. *Salicaceae* (fig. 81 n).

- **sagitată**: limbul frunzei aeriene de săgeata apei - ***Sagittaria sagittifolia*** **L.** - fam. *Alismataceae* (fig. 81 o).

- **cuneată** sau spatulată (limb în formă de spatulă): bumbișor - ***Bellis perennis*** **L.** - fam. *Asteraceae* (fig. 81 p).

- **scutată** (limb în formă de scut): măcriș - ***Rumex scutatus*** **L.** - fam. *Polygonaceae* (fig. 82 a).

- **falcată** (limb în formă de coasă): urechea iepurelui - ***Bupleurum falcatum*** **L.** - fam. *Apiaceae*;

- **hastată** (limb de forma unei pene de hârlet): volbură - ***Convolvulus arvensis*** **L.** - fam. *Convolvulaceae* (fig. 81 p).

- **runcinată** (limb cu lobi inegali, îndreptați cu vârful, spre bază cel terminal fiind mult mai mare): papădie - ***Taraxacum officinale*** **(L.) Web.** - fam. *Asteraceae* (fig. 81 s).

- **lirată** (limb în formă de liră, cu lobul terminal foarte mare): ridiche - ***Raphanus sativus*** **L.** - fam. *Brassicaceae* (fig. 81 t).

○ **Baza limbului**

- **rotundă** : păr - ***Pyrus sativa*** **Lam. et DC.** - fam. *Rosaceae* (fig. 81 c)
- **cordată** : tei pucios - ***Tilia cordata*** **Mill.** - fam. *Tiliaceae* (fig. 81 k).
- **sagitată**:săgeata apei ***Sagittaria sagittifolia*** **L.** - fam. *Alismataceae* (fig. 81 o).
- **hastată**: volbură - ***Convolvulus arvensis*** **L.** - fam. *Convolvulaceae* (fig. 82 a), măcriș mărunt - ***Rumex acetosella*** **L.** - fam. *Polygonaceae* (fig. 81 p).
- **reniformă**: pochivnic - ***Asarum europaeum*** **L.** - fam. *Aristolochiaceae* (fig. 81 j).
- **cuneată** (îngustată lent) bumbișor - ***Bellis perenis*** **L.** - fam. *Asteraceae* (fig. 81 p).
- **atenuată**: toporaș - ***Viol elatior*** **Fries** - fam. *Violaceae* (fig. 82 b).
- **acută sau ascuțită** - salcie albă - ***Salix alba*** **L.** - fam. *Salicaceae* (fig. 81 f).
- **dilatată**: susai - ***Sonchus oleraceus*** **L.** - fam. *Asteraceae* (fig. 82 c).

Scanned with OKEN Scanner

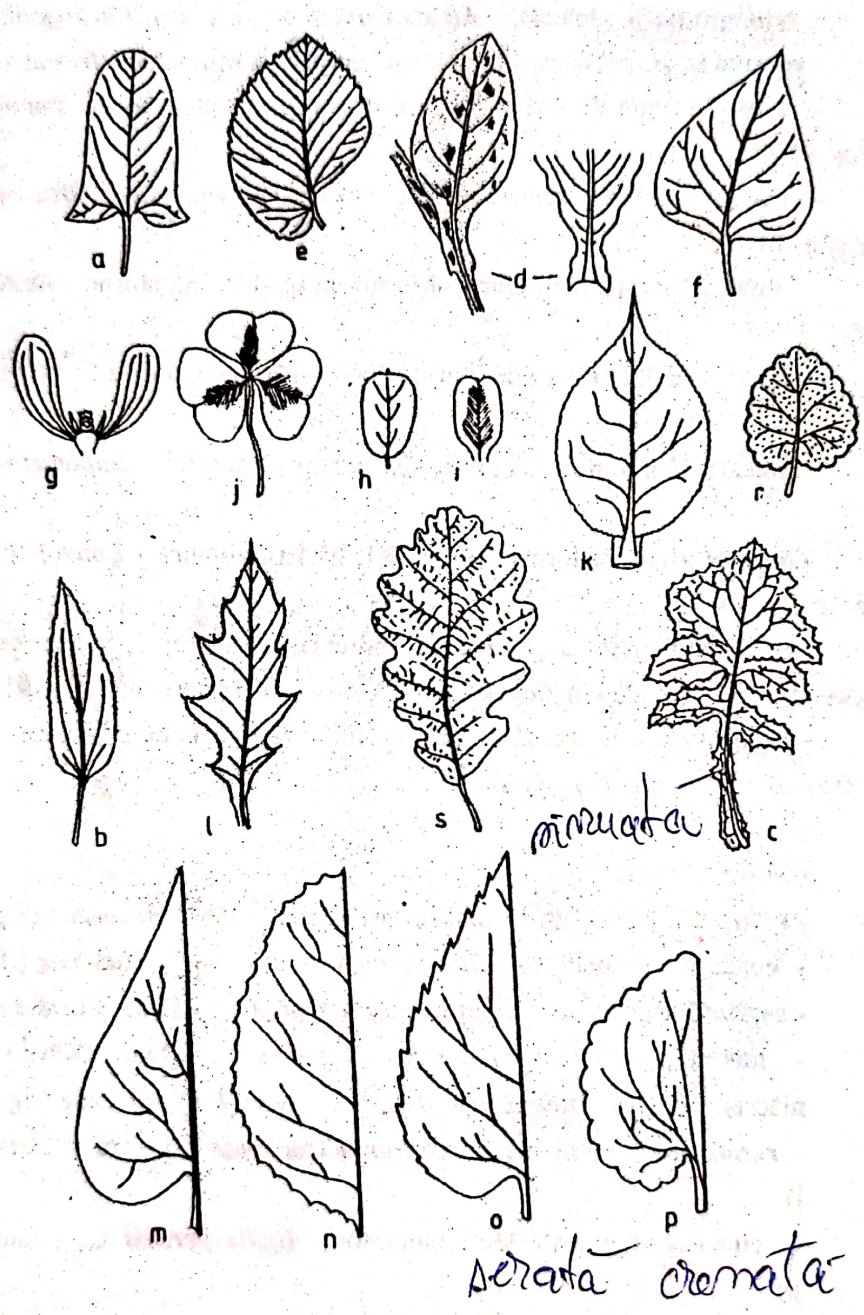


Fig. 82. Forme ale bazei, vârfului şi marginii limbului BAZA: a - hastată: *Convolvulus arvensis;* b - atenuată: *Viola elatior;* c - dilatată: *Sonchus oleraceus:* d - auriculată: *Nicotina tabacum;* l - asimetrică: *Ulmus minor;* **VÂRFUL:** f - acuminat: *Syringa vulgaris;* g - obtuz: *Viscum album;* h - mucronat: *Coronilla varia;* i - emarginat: *Colutea arborescens;* j - obcordat: *Oxalis acetosella;* k - cuspidat: *Verbascum phlomoides;* l - spinos: *Cirsium vulgare;* **MARGINEA cu inciziuni mici:** f, m - întreagă: *Syringa vulgaris;* n - dințată: *Viburnum lantana;* o - serată: *Tilia cordata;* cr - crenată: *Glechoma hirsuta;* s - sinuată: *Quercus petraea* (d. Flora RPR, Tarnavschi şi colab.)

- **auriculată** (cu urechiuşe): tutun - ***Nicotina tabacum*** **L.** - fam. *Solanaceae* (fig. 82 c)

- **asimetrică:** ulm - ***Ulmus minor*** **Mill.** - fam. *Ulmaceae* (fig. 82 b).

° **Vârful limbului**

- **acut** (lent ascuţit): salcie albă - ***Salix alba*** **L.** - fam. *Salicaceae* (fig. 82, f)

- **acuminat** (brusc ascuţit şi prelungit): liliac - ***Syringa vulgaris*** **L.** - fam. *Oleaceae* (fig. 82 f).

- **obtuz:** vâsc - ***Viscum album*** **L.** - fam. *Loranthaceae* (fig. 82 g).

- **rotund:** scumpie - ***Cotinus coggygria*** **Scop.** - fam. *Anacardiaceae* (fig. 81 d), pochivnic - ***Asarum europaeum*** **L.** - fam. *Aristolochiaceae* (fig. 81 j).

- **retezat şi mucronat** (cu un spin moale foarte scurt): coronişte, ***Coronilla varia*** **L.** - fam. *Fabaceae* (fig. 82 h).

- **emarginat** (ştirbit): beşicoasă sau salcâm galben - ***Colutea arborescens*** **L.** - fam. *Fabaceae* (fig. 82 i).

- **obcordat** (formă de inimă inversată): măcrişul iepurelui - ***Oxalis acetosella*** **L.** - fam. *Oxalidaceae* (fig. 82 j).

- **cuspidat** (prelung ascuţit): lumânărica sau coada vacii - ***Verbascum phlomoides*** **L.** - fam. *Scrophulariaceae* (fig. 83 k)

- **spinos** (cu spin dur): scai - ***Cirsium vulgare*** **(L.) Scop.** - fam. *Compositae* (fig. 82 j).

° **Marginea limbului**

√ **întreagă:** liliac - ***Syringa vulgaris*** **L.** - fam. *Oleaceae* (fig. 82 f, m), pochivnic - ***Asarum europaeum*** **L.** - fam. *Aristolochiaceae* (fig. 81 j).

√ **cu inciziuni mici:**

- **dinţată** (dinţi perpendiculari pe margine): dârmoz - ***Viburnum lantana*** **L.** - fam. *Caprifoliaceae* (fig. 81 b, 82 n).

- **serată** dinţi orientaţi spre vârf): ulm - ***Ulmus minor*** **Mill.** - fam. *Ulmaceae* (fig. 82 b, m), tei pucios - ***Tilia cordata*** **Mill.** -fam. *Tiliaceae* (fig.81 K, 82 o).

- **crenată** (dinţi rotunjiţi): silnic - ***Glecoma hirsuta*** **W. et K.** - fam. *Lamiaceae* (fig. 82 p, r).

- **sinuată:** gorun - ***Quercus petraea*** **(Matt.) Liebl.** - fam. *Fagaceae* (fig. 82 p).

Scanned with OKEN Scanner

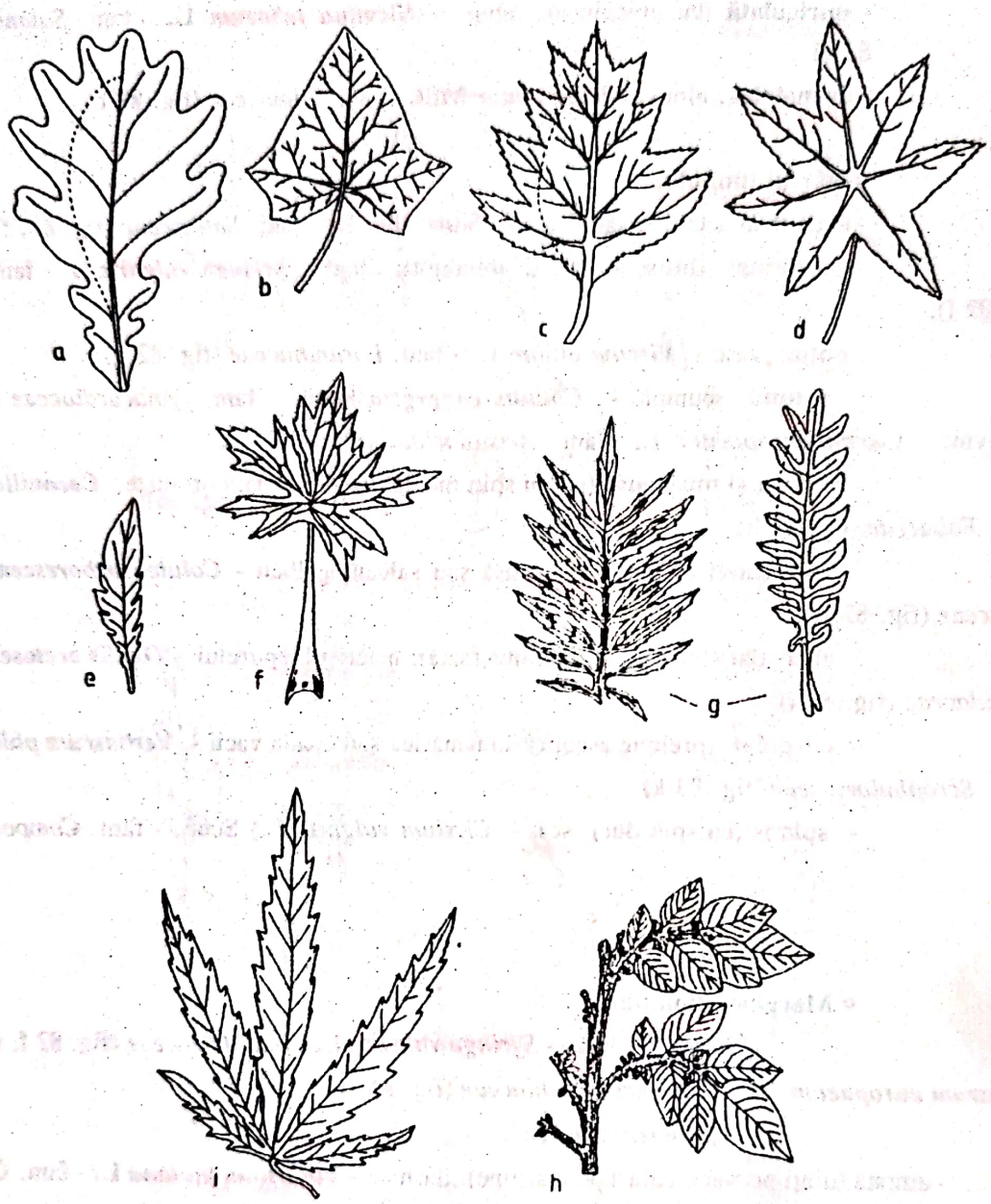


Fig. 83. Forme ale marginii limbului: cu inciziuni mari: LOBATĂ: a - penat: *Quercus robur;* b - palmat: *Hedera helix;* **FIDATĂ:** c - penat: *Sorbus torminalis;* d - palmat: *Ricinus communis;* **PARTITĂ:** e - penat: *Capsella bursa pastoris;* f - palmat: *Ranunculus acer;* **SECTATĂ:** g - penat: *Valeriana officinalis;* h - întrerupt - penat: *Solanum tuberosum* i - palmat: *Cannabis sativa* (d. Flora RSR, Tarnavschi și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

- crispată (încreţită): ştevie sau dragavei - *Rumex crispus* L. - fam. *Polygonaceae*.

La unele specii marginea limbului poate fi bidinţată, biserată, bicrenată.

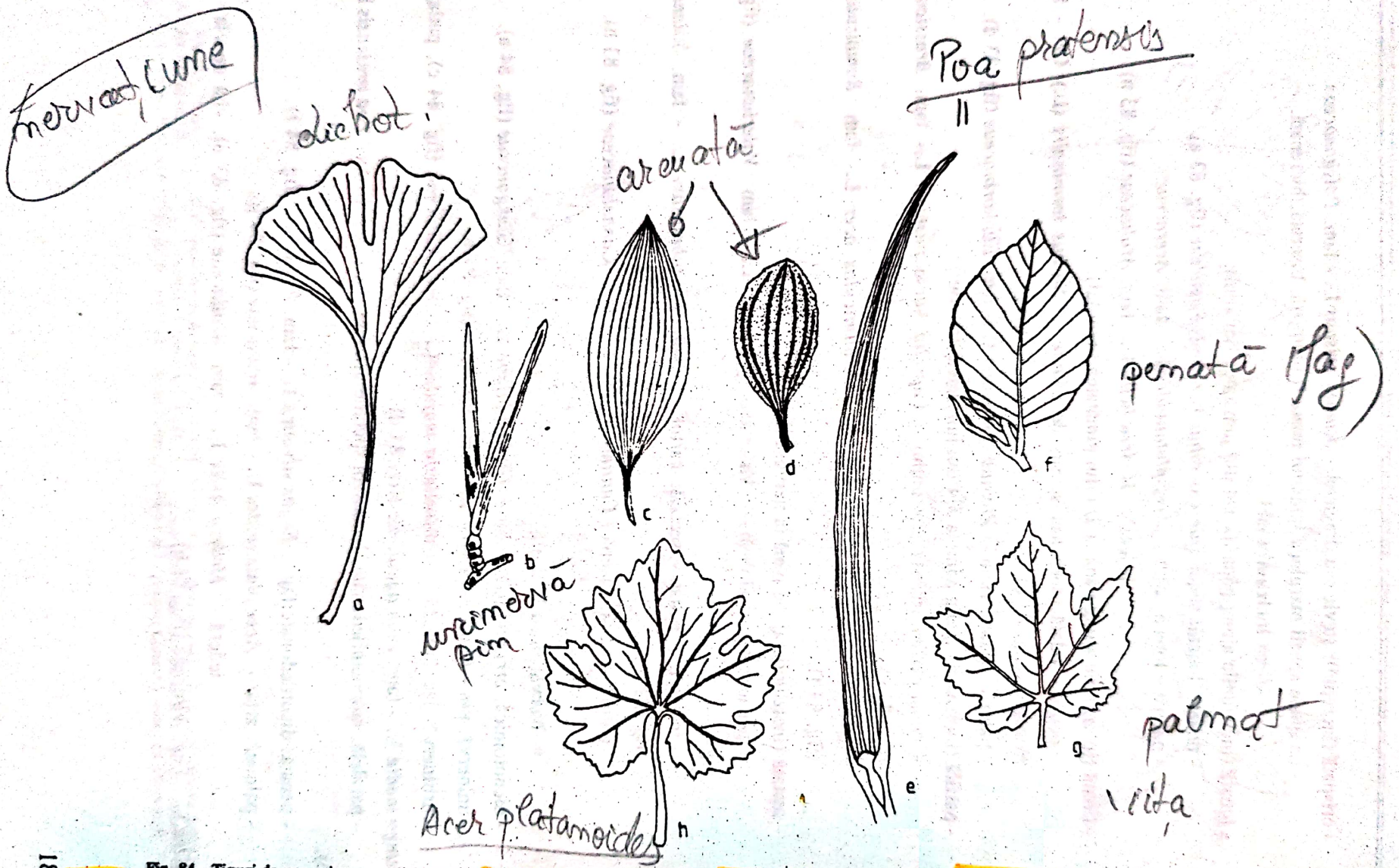
√ cu inciziuni mari:

- lobată (inciziunile ajung până la 1/4 din jumătatea limbului):
  - penat - lobată: stejar *Quercus robur* L. - fam. *Fagaceae* (fig. 83 a).
  - palmat - lobată: arţar - *Acer platanoides* L. - fam. *Aceraceae*
    iederă: - *Hedera helix* L. - fam. *Araliaceae* (fig. 83 b).
- fidată (inciziunile ajung până la 2/4 din jumătatea limbului):
  - penat - fidată: sorb sau scoruş de pădure - *Sorbus torminalis* (L.) Cr. - fam. *Rosaceae* (fig. 83 c).
  - palmat - fidată: ricin - *Ricinus communis* L. - fam. *Euphorbiaceae* (fig. 83 d).
- partită (inciziunile ajung până la 3/4 din jumătatea limbului):
  - penat-partită: traista ciobanului - *Capsella bursa pastoris* L.- fam. *Brassicaceae* (fig. 83 e).
  - palmat - partită:piciorul cocoşului - *Ranunculus acer* L.- fam. *Ranunculaceae* (fig. 83 f).
- sectată (inciziunile ajung până la nervura mediană):
  - penat-sectată: odolean - *Valeriana officinalis* L. - fam. *Valerianaceae* (fig. 83 g).
  - întrerup - penat - sectată: cartof - *Solanum tuberosum* L. - fam. *Solanaceae* (fig. 83 h).
  - palmat-sectată: cânepă - *Cannabis sativa* L. - fam. *Cannabinaceae* (fig. 83 h).

o Nervaţiunea limbului

- dichotomică: arborele pagodelor - *Ginkgo biloba* L. - fam. *Ginkgoaceae* (fig. 84 a).
- uninervă: pin - *Pinus sylvestris* L. - fam. *Pinaceae* (fig. 84 b)
- curbinervă: lăcrămioară - *Convallaria majalis* L. - fam. *Liliaceae* (fig. 84 c), patlagină - *Plantago media* L. - fam. *Plantaginaceae* (fig. 84 d).
- paralelă: monocotiledonate, îndeosebi speciile din fam. *Poaceae*: firuţa - *Poa pratensis* L (fig. 84 e).
- penată: dicotiledonate:fag - *Fagus silvatica* L. - fam. *Fagaceae* (fig. 84 f).
- palmată: arţar - *Acer platanoides* L. - fam. *Aceraceae* (fig. 84 g).
  iederă - *Hedera helix* L. - fam. *Araliaceae* (fig. 83 b), viţă de vie - *Vitis vinifera* L. - fam. *Vitaceae* (fig. 84 h).

Scanned with OKEN Scanner



187

Fig. 84. Tipuri de nervaţiune: a - dichotomică: *Ginkgo biloba L.*; b - uninervă: *Pinus sylvestris L.*; c, d - arcuată: *Convallaria majalis*;(c). *Plantago media L* (d); e - paralelă: *Poa pratensis L.*; f - penată: *Fagus sylvatica L.*; g, h - palmată: *Acer platanoides* L. (g), *Vitis vinifera L* (h) (d. Flora RSR, modificat)

Scanned with OKEN Scanner

Peţiolul

Rolul peţiolului este de a susţine şi orienta limbul foliar spre lumină, de a conduce seva brută spre limb şi seva elaborată spre tulpină.

Forma peţiolului

- cilindrică: conduraşi sau călţunaşi - *Tropaeolum majus* L. -fam. *Tropaeolaceae* (fig. 85 a).
- comprimată: plop tremurător - *Populus tremula* L. - fam. *Salicaceae* (fig. 85 b).
- dilatată: piciorul cocoşului - *Ranunculus acer* L. - fam. *Ranunculaceae* (fig. 83 f)
- auriculată: napi - *Brassica rapa* L.- fam. *Brassicaceae* (fig. 85 c).
- aripată: lămâi - ~~*Citrus limon* (L.) Burm. - fam. *Rutaceae*~~ (85 d). portocal - *Citrus aurantium*
- foliacee (peţiol numit filodiu): acacie - *Acacia longifolia* (Andr) Willd. - fam. *Fabaceae* (85 e)
- umflată (peţiol cu aerenchim foarte bine dezvoltat):cornaci - *Trapa natans* L. - fam. *Trapanaceaea* (fig. 85 f), zambila de apă - *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms. - fam. *Pontederiaceae* (fig. 85 g).
- canaliculată (peţiol cu un şanţ la faţa adaxială): la cele mai multe plante

Frunzele fără peţiol se numesc sesile, limbul legându-se direct de teacă:

- amplexicaule (baza limbului înconjoară parţial tulpina): traista ciobanului - *Capsella bursa pastoris* L. - fam. *Brassicaceae* (fig. 86 a).
- perfoliate (baza limbului înconjoară complet tulpina): păducherniţă - *Lepidium perfoliatum* L. - fam. *Brassicaceae* (86 b): pungulită - *Thlaspi perfoliatum* L. - fam. *Brassicaceae* (86 c)
- decurente (baza limbului se prelungeşte pe tulpină): lumânărica - *Verbascum thapsus* L. - fam. *Scrophulariaceae* (fig. 86 d); tutun - *Nicotiana tabacum* L. - fam. *Solanaceae* (82 c).
- conate (bazele de la două frunze opuse concresc): caprifoi - *Lonicera caprifolium* L. - fam. *Caprifoliaceae* (fig. 86 e).

Teaca

Teaca reprezintă partea cu care frunza se prinde de tulpină şi poate fi:

- puţin vizibilă: la majoritatea plantelor, îndeosebi dicotiledonate.
- uşor dilatată: grâuşor - *Ranunuculus ficaria* L. - fam. *Ranunculaceae*
- mult lăţită, ca o vagină:
  - umflată: angelica - *Angelica archangelica* L. - fam. *Apiaceaea* (fig. 87 a), cilindrică,

Scanned with OKEN Scanner

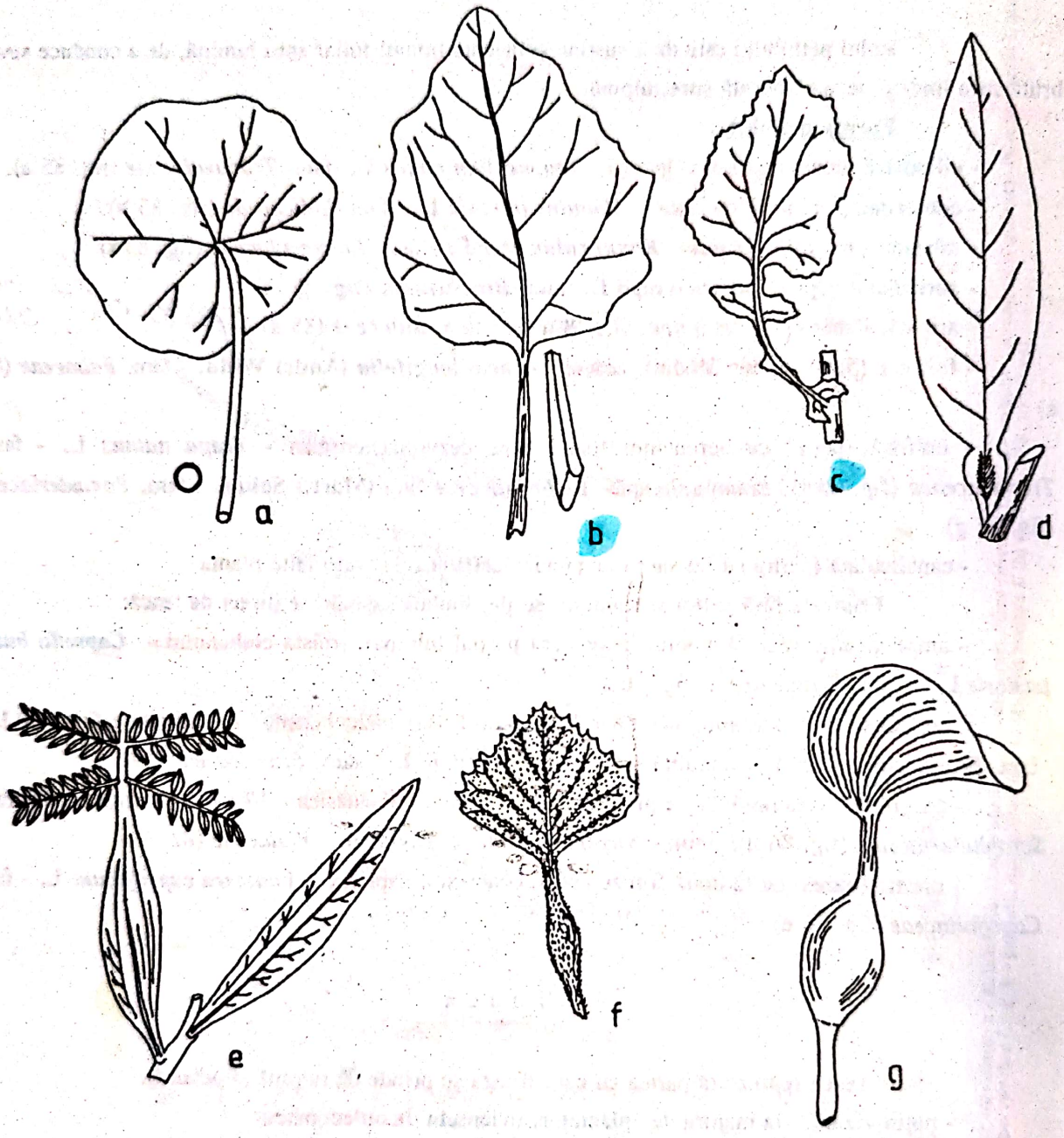


Fig. 85. Forme de peţiol:
a - cilindric: *Tropaeolum majus;* b - comprimat: *Populus tremula;* c - auriculat: *Brassica rapa;* d - aripat: *Citrus aurantium;* e - foliaceu: *Acacia longifolia;* f, g - umflat: *Trapa natans (f); Eichornia crassipes* (g)(a, b, c, d, f - d. Flora RSR, modificat; e, g - d. Moruzi, şi Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 86. Tipuri de frunze sesile: a - amplexicaule: *Capsella bursa pastoris;* b, c - perfoliate: *Lepidium perfoliatum* (b), *Thlaspi perfoliatum* (c); d - decurente: *Verbascum thapsus;* e - conate: *Lonicere caprifolium* (d. Flora RSR, modificat)

Scanned with OKEN Scanner

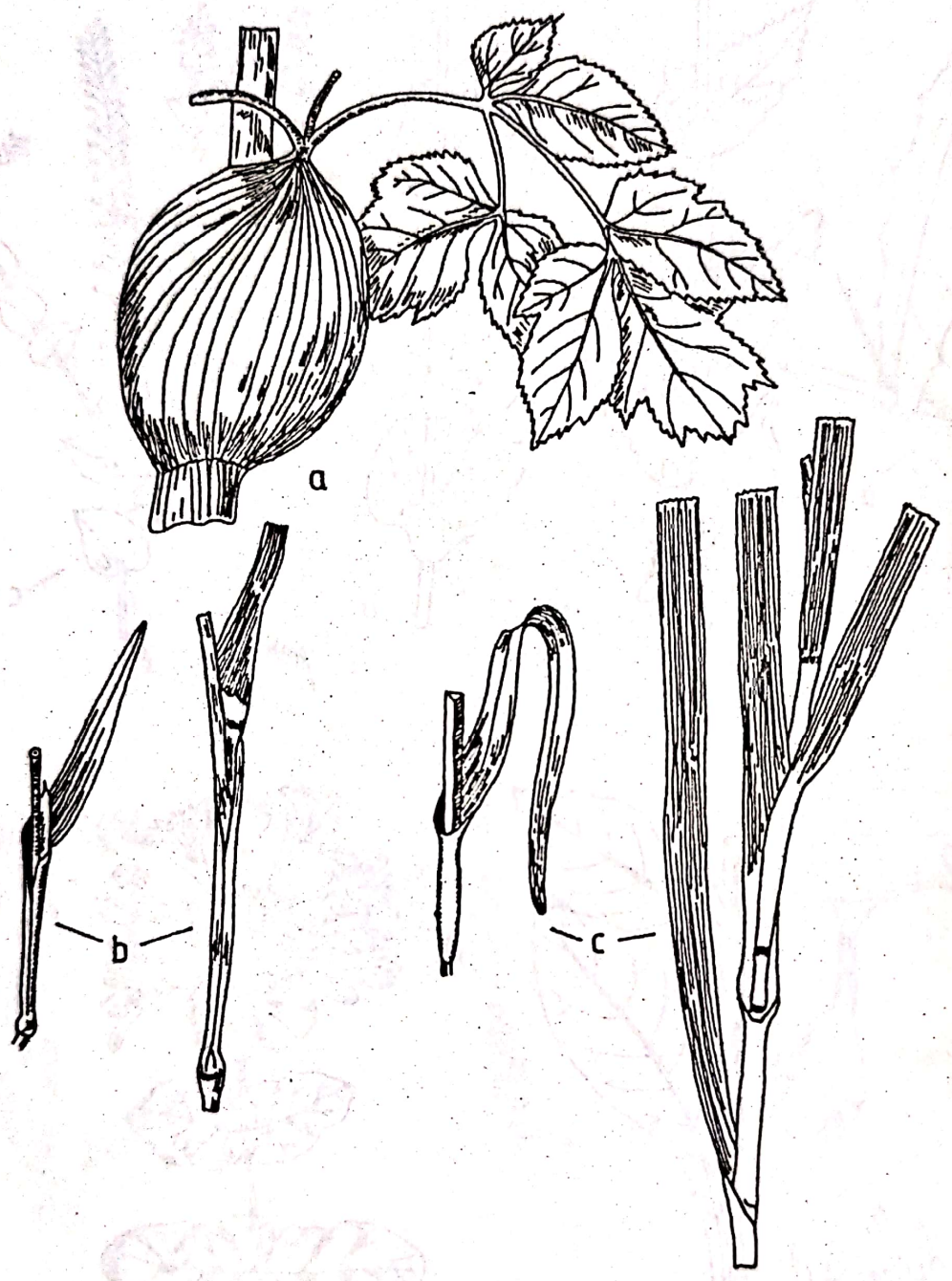


Fig. 87. Tipuri de teacă foliară:
a - umflată: *Angelica archangelica;* b,c - cilindrică: despicată - *Poa alpina (b),* nedespicată - *Carex digitata (c)* (d. Flora RSR, modificat).

Scanned with OKEN Scanner

despicată: firuța - ***Poa alpina*** L. fam. *Poaceae* (fig. 87 c), cilindrică, nedespicată: rogoz - ***Carex digitata*** L. - fam. *Cyperaceae* (fig. 87 c)

În general teaca este bine dezvoltată la monocotiledonate, la care frunzele sunt sesile. La rizomi și bulbi frunzele sunt reduse doar la teci. La diferite specii de ***Juncus, Scirpus*** ș. a. teaca este singura parte a frunzei, având rol asimilator.

Anexele foliare

Sunt prezente numai la unele plante, mai cu seamă când teaca nu este vizibilă.

Stipele: de regulă sunt perechi, fiind inserate pe laturile peţiolului, între acesta și tulpină ori opuse peţiolului, având rol în protecţia mugurilor axilari, în fotosinteză (mazăre, măzăriche, turiță), în apărare (salcâm), în agățare (salce). Pot fi: solziforme (tei, fag, carpen), foliacee și mici (trifoi), foliacee și mari (ghizdei), foliacee și concrescute cu peţiolul (măceș - ***Rosa canina*** L. - fam. *Rosaceae* (fig. 88, a), foliacee și foarte mari (mazăre - ***Pisum sativum*** L. fam. *Fabaceae* (fig. 88 b), asemănătoare cu frunzele (sânziene, turiță), transformate în spini (salcâm - ***Robinia pseudacacia*** L. - fam. *Fabaceae* (fig. 89 a) sau în cârcei (salce - ***Smilax aspera*** L. - fam. *Liliaceae* (88 c).

Ochree: un cornet sau o pălnie membranoasă care învelește baza internodurilor, protejând frunzele tinere. Este caracteristică plantelor din fam. *Polygonaceae*: iarbă roșie - ***Polygonum lapathifolium*** L.(fig. 88 d), - ***Polygonum cuspidatum*** Sieb et Zucc. (fig. 88 e)

Ligulă: formaţiune membranoasă situată între limb și teacă, fiind caracteristică multor plante din fam. *Poaceae*: firuța - ***Poa pratensis*** L. (fig.88 f), *Poa trivialis* L (fig. 88 g) apărând planta de pătrunderea apei între teacă și tulpină.

Urechiușe: expansiuni laterale situate la nivelul articulaţiei cu teaca, înconjurând parţial sau total tulpina, caracterizând unele plante din fam. *Poaceae*: orz - ***Hordeum vulgare*** L. (fig. 88 h).

2° Frunze compuse

Prezintă **foliole** peţiolulate prinse pe rahis (la frunzele penat-compuse) sau nepeţiolulate prinse în vârful peţiolului (la frunzele palmat-compuse).

Categorii

- imparipenat - compuse: salcâm - ***Robinia pseudacacia*** L. - fam. *Fabaceae* (fig. 89 a).
- paripenat - compuse (ultimele foliole fiind transformate în cârcei): mazăre - ***Pisum sativum*** L. - fam. *Fabaceae* (fig. 88 b).
- palmat - compuse: castan porcesc - ***Aesculus hippocastanum*** L. - fam. *Hippocastanaceae* (fig. 89 b).

La speciile din fam. *Fabaceae*, pe rahis iau naștere ramuri ce poartă foliole, ***Mimosa***

Scanned with OKEN Scanner

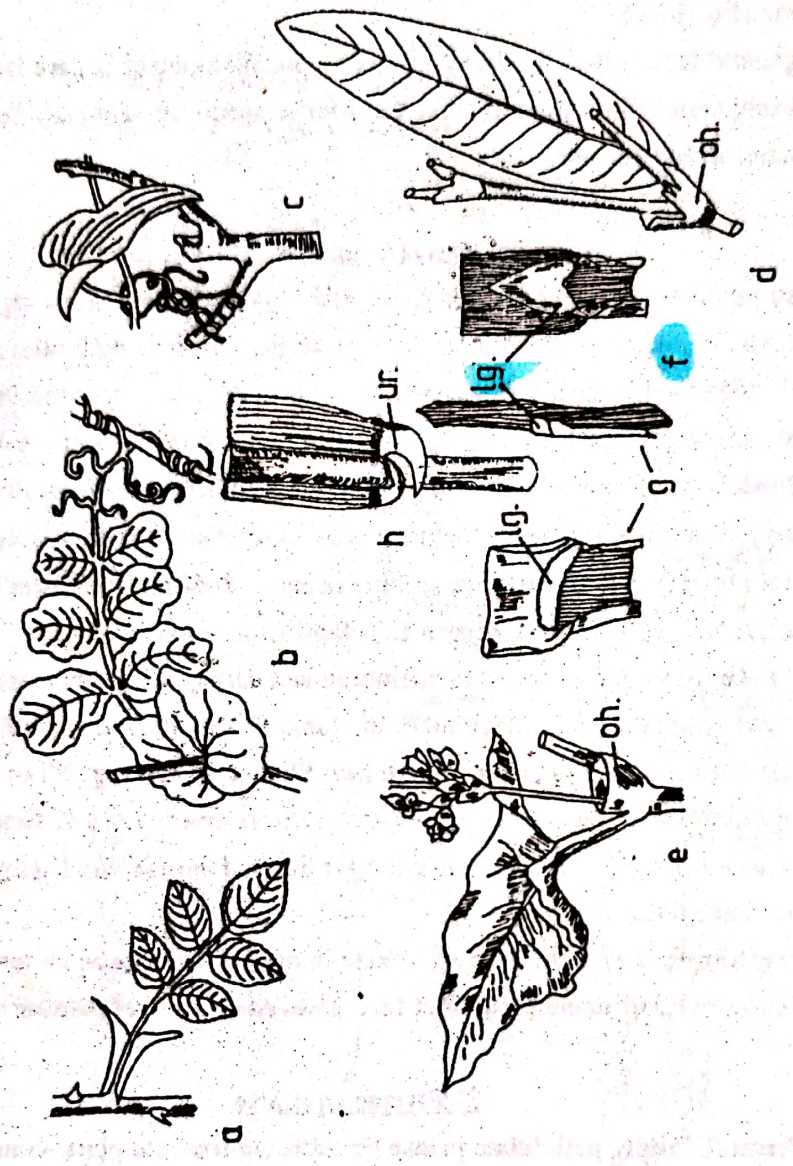


Fig. 88. Anexe foliare: STIPELE: foliacee: ***Rosa canina (a), Pisum sativum (b);*** **cârcei:** ***Smilax aspera (c);*** **ohree:** ***Polygonum lapathifolium (d), Polygonum cuspidatum (e);*** **ligula:** ***Poa pratensis (f). Poa trivialis (g):***
lg - ligulă; oh - ochree; ur - urechiuşe (a,b,c,e - d. Tarnavschi şi colab.; d, f, g - d. Flora RSR)

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 89. Tipuri de frunze compuse:
a - imparipenate: *Robinia pseudacacia*; b - dublu paripenate: *Gleditschia triacanthos*;; c - palmate: *Aesculus hippocastanum* (d. Flora RSR)

Scanned with OKEN Scanner

(mimoză) şi glădiţă - ***Gleditschia triocanthos*** **L.** (fig. 89 b).

Dispoziţia frunzelor pe tulpină

- **alternă** (la fiecare nod se înseră o frunză, ca la majoritatea plantelor lemnoase: tei alb - ***Tilia tomentosa*** **Mnch.** - fam. *Tiliaceae* (fig. 90 a); mesteacăn - ***Betula pendula*** **Roth.**- fam. *Betulaceae* (fig. 90 b); lemnoase şi ierboase: usturoiţa - ***Alliaria officinallis*** **Andrz.** - fam. *Brassicaceae* (fig. 90 c).

- **opusă** (la fiecare nod se inseră două frunze): lămâiţă - ***Philadelphus coronarius*** **L.** - fam. *Saxifragaceae* (fig. 90 d); la plantele din fam. *Lamiaceae* frunzele sunt opuse şi decusate (la un nod, două frunze pe două laturi ale tulpinii prismatice; la alt nod, două frunze pe alte două laturi);

- **verticilată** (la fiecare nod se inseră cel puţin trei frunze): gălbenele - ***Lysimachia vulgaris*** **L.** - fam. *Primulaceae* (fig. 90 e).

La specii de ***Acer*** (arţar)(fig. 91 a), ***Vitis*** (viţa de vie), ***Aesculus*** (castan porcesc), fig. 91 b) ş.a., frunze de mărime şi vârstă diferite se dispun în acelaşi plan, astfel încât toate primesc lumina necesară pentru fotosinteză; o astfel de dispoziţie se numeşte **mozaic foliar.**

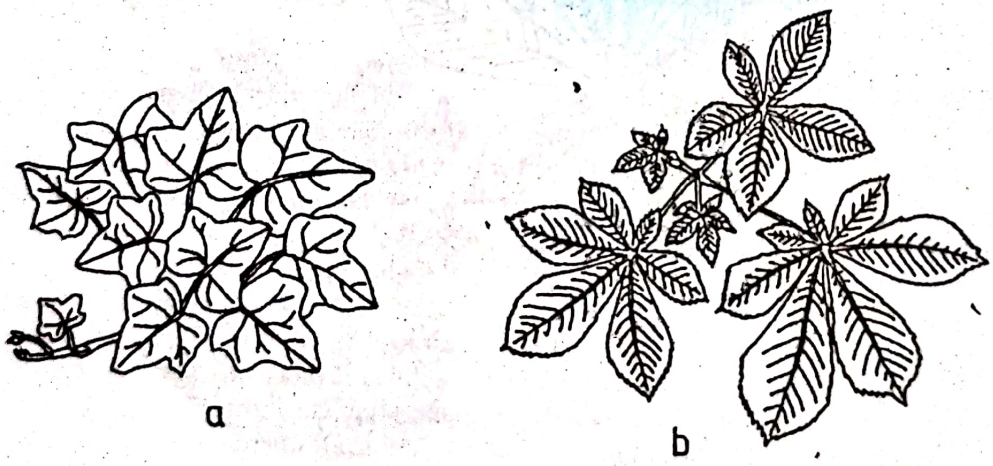


Fig. 91 Mozaic foliar:
a - ***Acer campestre;*** **b** - ***Aesculus hippocastanum*** (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

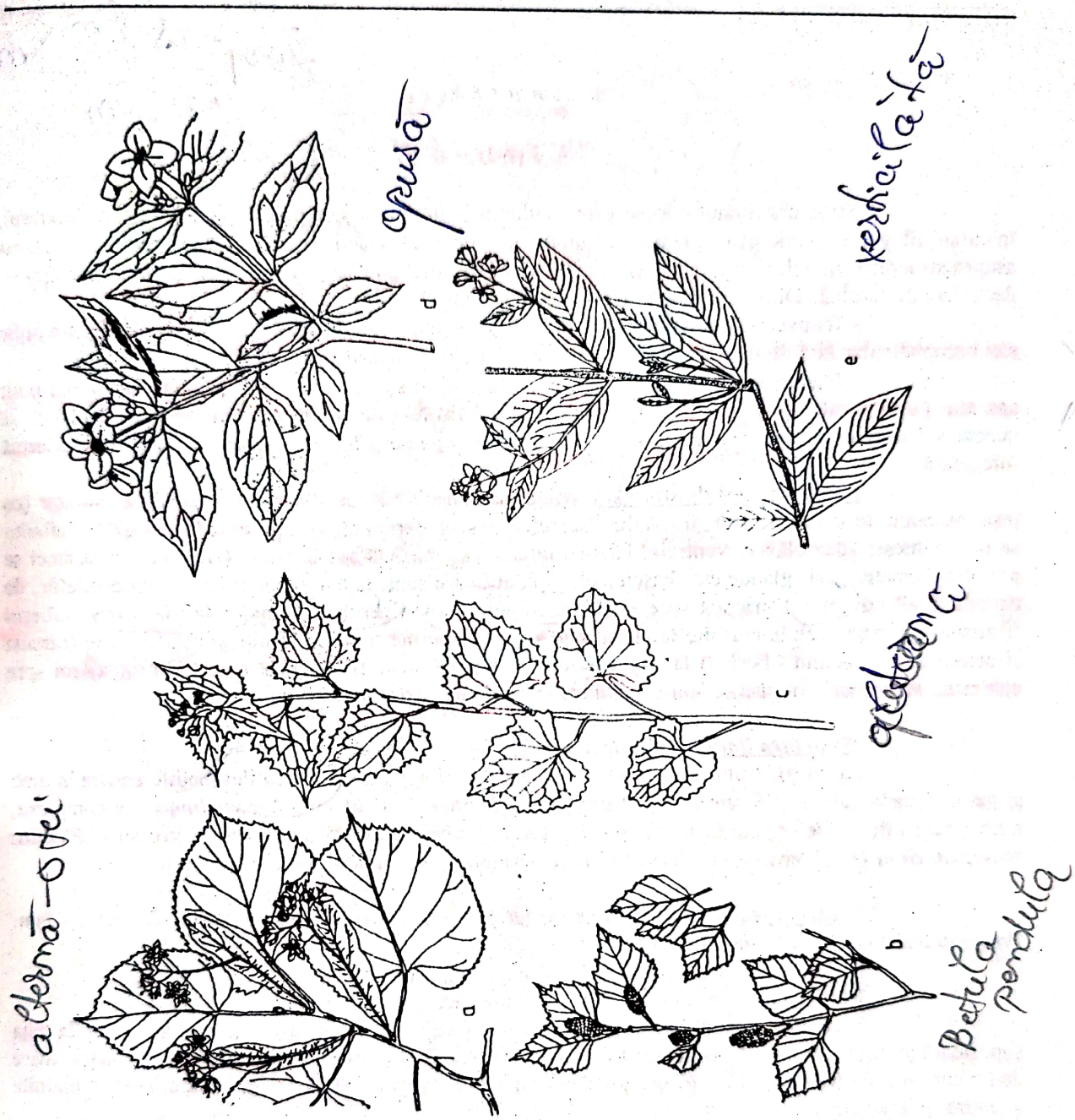


Fig. 90. Dispoziția frunzelor pe tulpină: alternă: ***Tilia tomentosa (a); Betula pendula (b); Alliaria officinalis (c);*** **opusă:** ***Philadelphus coronarius (d);*** **verticilată:** ***Lysimachia vulgaris (e)*** (d. Flora RSR)

b. Anatomie

Limbul

Structura limbului foliar este rezultatul acţiunii unui complex de factori interni şi externi, în cursul filogeniei şi ontogenia plantelor. Lumina este factorul ce acţionează în măsură foarte importantă asupra structurii limbului, distribuţia ei pe cele două feţe fiind condiţionată de orientarea lui în spaţiu şi, deci, faţa de lumină. Din acest punct de vedere deosebim:

- **frunze eufotometrice** (bifaciale heterofaciale sau dorsiventrale): cu limb dispus oblic sau perpendicular faţă de tulpină, mai bine iluminate pe faţa superioară;
- **frunze panfotometrice** (bifaciale izofaciale sau ecvifaciale): cu limb dispus mai mult sau mai puţin paralel cu tulpina, deci vertical, cu ambele feţe iluminate aproape uniform. În plus, se cunosc şi frunze ce au limb cu structură monofacială, în care mezofilul este înconjurat numai de epidermă inferioară.

Planul general de structură: epidermă superioară, mezofil sau parenchim asimilator (cu ţesut mecanic, ţesut conducător, formaţiuni secretoare) şi epidermă inferioară. Faţa superioară a limbului se mai numeşte adaxială sau ventrală, iar faţa inferioară, abaxială sau dorsală. La nivelul epidermei se pot afla stomate, peri, glande etc. Fasciculele conducătoare sunt, la marea majoritate a cormofitelor, de tip colateral, cu lemnul orientat spre epiderma superioară şi liberul spre epiderma inferioară. Liberul (floemul) cuprinde celule ciuruite la pteridofite şi gimnosperme, tuburi ciuruite şi celule anexe (rareori şi celule de parenchim liberian) la angiosperme. Lemnul (xilemul) cuprinde vase (de protoxilem spre epiderma superioară, de metaxilem spre liber) şi celule de parenchim lemnos.

Structura limbului foliar la pteridofite

La ferigi, frunzele sunt de două feluri: fie simple, mici (microfile), nediferenţiate în limb şi peţiol (coada calului - ***Equisetum*** , struţişor - ***Selaginella*** , brădişor - ***Lycopodium***), fie complexe, mari (macrofile), diferenţiate în limb, peţiol şi teacă, limbul putând fi întreg (limba vecinii - ***Phyllitis scolopendrium*** **(L.) Newm.**) sau divizat (ferigă, feriguţa, ţolul lupului, peştişoară ş.a.).

▲ Structura limbului foliar de ferigă - ***Dryopteris filix - mas*** **(L.) Schott.** - fam. *Polypodiaceae* (secţiune transversală)(fig. 92).

Frunza are adesea o structură bifacială heterofacială.

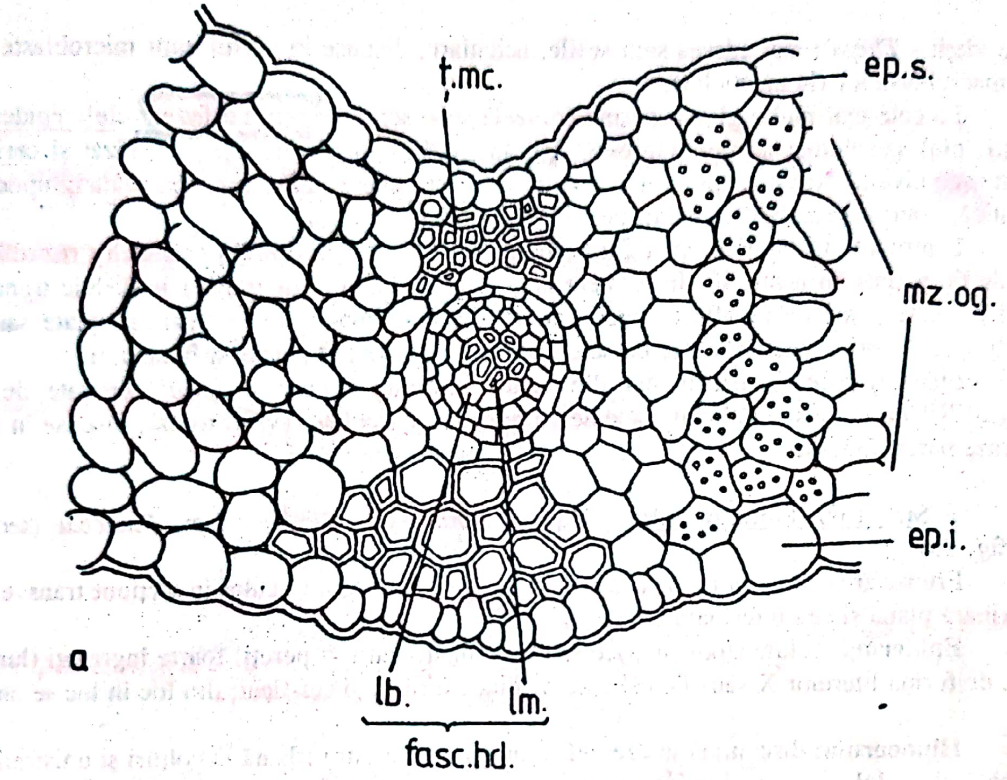
Epiderma superioară: celule izodiametrice, cu cloroplaste.

Mezofilul: uşor diferenţiat în ţesut palisadic unistratificat (cu celule joase) la faţa superioară şi ţesut lacunos pluristratificat la faţa inferioară; în mezofil se observă fascicule conducătoare de tip concentric - hadrocentric (ce corespund nervurilor de diferite ordine), în jurul cărora pot fi întâlnite şi elemente mecanice.

Epiderma inferioară: celule izodiametrice, cu cloroplaste; din loc în loc se observă stomate.

Structura limbului foliar la gimnosperme

Frunzele de la aceste plante sunt rareori peţiolate, late şi cu nervaţiune dichotomică (arborele pagodelor - ***Ginkgo biloba*** L.) sau sesile, mici şi solziforme (cârcelul - ***Ephedra distachya***



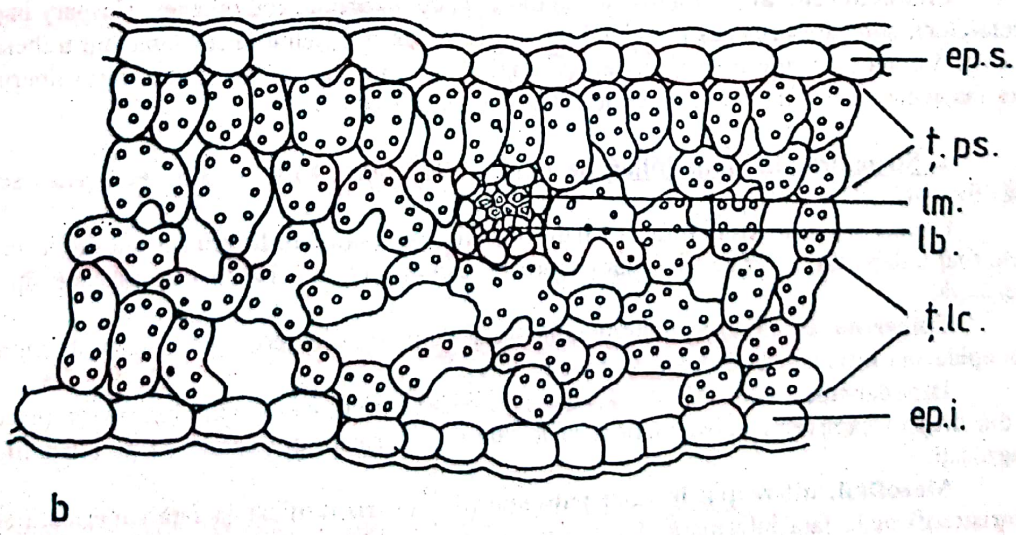


Fig. 92. Structura limbului foliar, la *Dryopteris filix-mas*: secțiune transversală, în dreptul mervurii mediane (a) și între nervurile laterale (b):
ep - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.hd** - fascicul hadrocentric; **mz.og** - mezofil omogen; **lb** - liber; **lm** - lemn; **ț** - țesut (**lc** - lacunos; **mc** - mecanic; **ps** - palisadic) (**a** - orig. b - d. Filipescu)

L., arborele vieţii - *Thuja*); mai adesea sunt sesile, aciculare, dispuse în vârful unor microblaste (pin) sau în jurul macroblastelor (brad, molid).

La cele mai multe gimnosperme frunzele au o serie de xeromorfoze: celule epidermice cu toţi pereţii (pin) sau numai cu peretele extern (brad, molid) foarte îngroşat, cutinizat şi cerificat; stomate situate sub nivelul extern al epidermei, rezultând astfel camere suprastomatice adânci; hipodermă sclerenchimatică, continuă sau discontinuă; mezofil cu celule septate (pin).

Dintre alte trăsături proprii gimnospermelor menţionăm prezenţa canalelor rezinifere, a endodermei de tip primar în jurul cilindrului central şi a parenchimului de transfuzie (celule traheidale cu punctuaţii areolate), în care se afla de regulă două fascicule conducătoare, mai apropiate sau mai depărtate între ele, uneori având elemente de sclerenchim, îndeosebi la periferia floemului.

Floemul este format numai din celule ciuruite dispuse în şiruri separate de raze parenchimatice. Xilemul cuprinde numai traheide cu punctuaţii areolate (având torus), dispuse în siruri separate de raze parenchimatice.

▲ Structura limbului foliar de pin - *Pinus sylvestris* L. - fam. *Pinaceae* (secţiune trasversală)(fig. 93).

Frunza are o structură bifacială izofacială, de contur semicircular în secţiune transversală, cu faţa superioară plană şi cea inferioară convexă.

Epiderma: celule izodiametrice sau uşor înalte, cu toţi pereţii foarte îngroşaţi (lumenul foarte redus, de forma literelor X sau H), cel extern fiind cutinizat şi cerificat; din loc în loc se observă stomate.

Hipoderma: discontină în dreptul stomatelor, pluristratificată la colţuri şi unistratificată în rest, formată din celule cu pereţii uniform şi moderat îngroşaţi.

Mezofilul: omogen, format din celule septate; 5 - 12 canale rezinifere, înconjurate fiecare de câte un strat de celule sclerenchimatice.

Cilindrul central: înconjurat de endodermă de tip primar (cu punctele Caspary în pereţii laterali ai celulelor), sub care urmează periciclul unistratificat; în parenchimul fundamental traheidal (de transfuzie) se află două fascicule libero - lemnoase vizibil depărtate între ele. La periferia liberului şi, parţial, între fascicule se află numeroase celule sclerenchimatice.

▲ Structura limbului foliar de brad - *Abies alba* Mill. - fam. *Pinaceae* (secţiune transversală)(fig. 94).

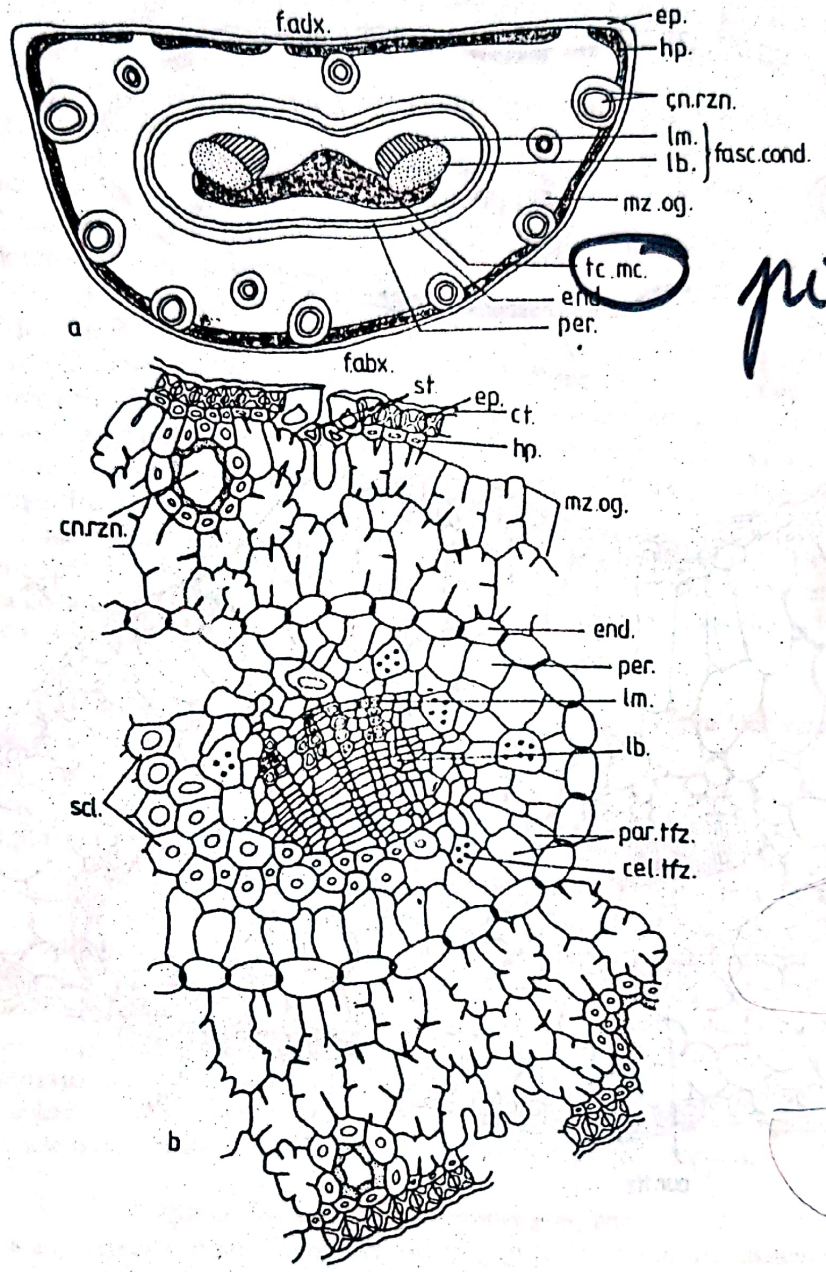
Frunza are o structură bifacială heterofacială, de contur cordiliniform sau în forma literei V, cu braţele foarte depărtate, cu faţa inferioară uşor convexă în dreptul nervurii şi cu un şanţ superficial la faţa superioară.

Epiderma: celule uşor alungite tangenţial, cu peretele extern foarte îngroşat, cutinizat şi cerificat; în epiderma inferioară se observă stomate.

Hipoderma: discontinuă la faţa superioară, continuă la faţa inferioară (exceptând porţiunile din dreptul camerelor substomatice) şi la margini, formată din celule cu pereţii uniform şi puternic îngroşaţi.

Mezofilul: diferenţiat în ţesut palisadic bi- sau tristratificat la faţă superioară şi ţesut lacunos pluristratificat la faţa inferioară. La marginile frunzei, către colţurile secţiunii, în apropierea epidermei se află două canale rezinifere dispuse simetric, fiecare înconjurat de câte un strat de celule sclerenchimatice cu pereţi moderat îngroşaţi.

gimn.: - cel. ep. cutiniz. îngr., cerif.
- st. sub niv. ext. al ep. ⇒ c. suprast.
- hipod. scl.
- mz. cu cel. septate (pin)



pin

Fig. 93. Structura limbului foliar, la *Pinus sylvestris*; secţiune transversală, schemă (a) şi detaliu (b): **cel.tfz** - celulă de transfuzie; **cn.rzn** - canal rezinifer; **ct** - cuticulă; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **hp** - hipodermă; **f** - faţa (**abx** - abaxială; **adx** - adaxială); **fasc.cond** - fascicul conducător; **lb** - liber; **lm** - lemn; **mz.og** - mezofil omogen (septat); **par.tfz** - parenchim de transfuzie; **per** - periciclu; **scl** - sclerenchim; **tc.mc.** - teacă mecanică (orig.)

→ can. rezinifere
→ endod. pr. în jur. cil. c.
→ par. de transfuzie → tratheidecutorus

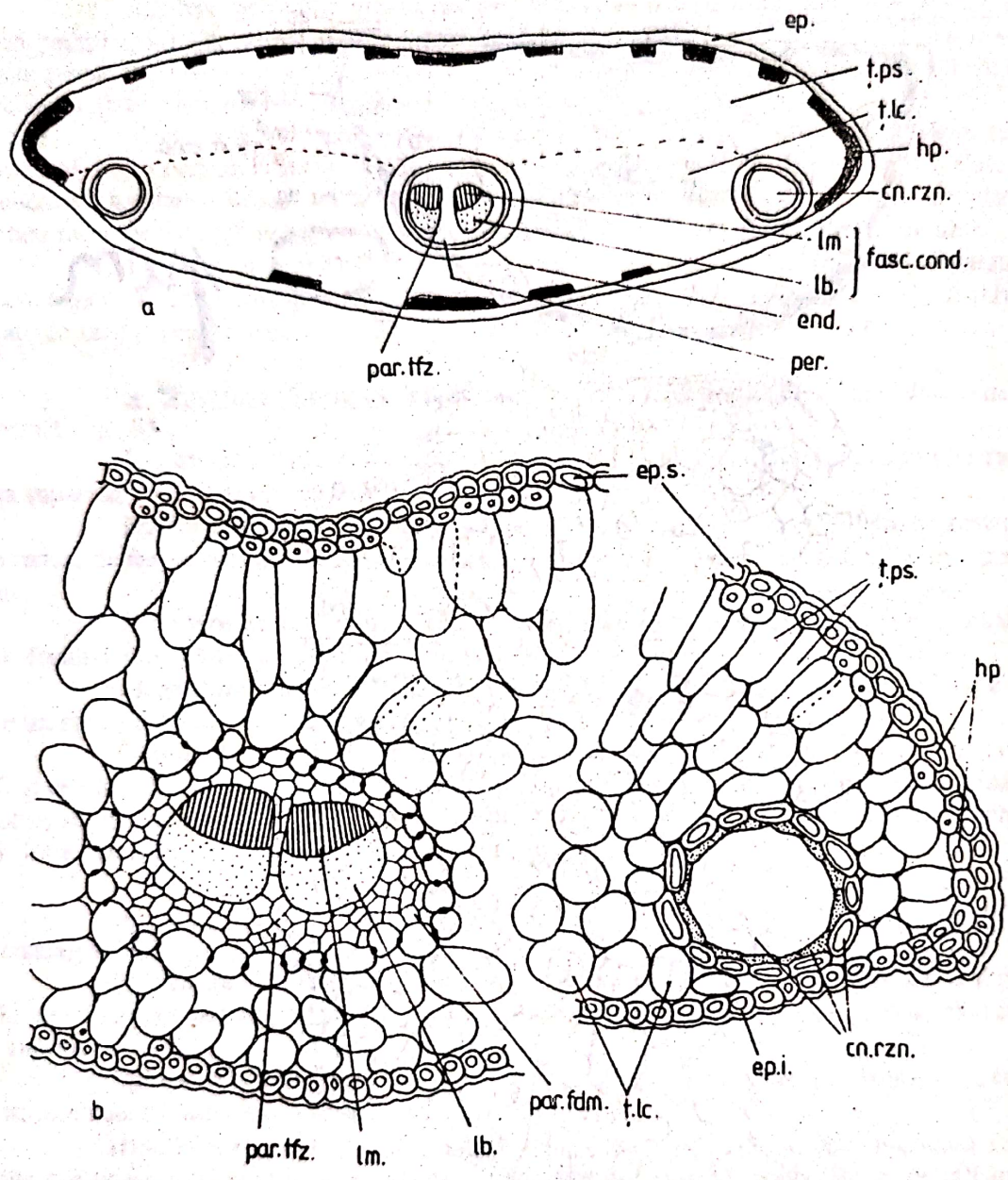


Fig.94. Structura limbului foliar, la *Abies alba*; secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b): **cn.rzn** - canal rezinifer; **end** - endodermă; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **hp** - hipodermă; **fasc.cond** - fascicul conducător; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par.tfz** - parenchim de transfuzie; **per** - periciclu; **ț** - țesut (**lc** - lacunos; **ps** - palisadic)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

Cilindrul central: încojurat de o endodermă de tip primar (cu punctele Caspary în pereţii laterali ai celulelor), sub care urmează pericicluI unistratificat; în parenchimul fundamental traheidal (de transfuzie) se află două fascicule libero - lemnoase foarte apropiate între ele. La periferia liberului, mai rar a lemnului, se află câteva celule de sclrenchim.

▲ **Structura limbului foliar** de molid ***Picea abies*** **(L.) Karst.** - fam. *Pinaceae* (secţiune transversală)(fig. 95).

Frunza are a structură bifacială izofacială, de contur aproximativ romboidal - alungit în secţiune transversală, cu colţurile rotunjite.

Epiderma: celule uşor alungite tangenţial, cu peretele extern foarte puternic îngroşat, cutinizat şi cerificat; din loc în loc se observă stomate.

Hipoderma: discontinuă doar în dreptul stomatelor.

Mezofilul: omogen, format din 3 - 4 straturi compacte de celule poligonal - alungite, aproape toate de tip palisadic, înălţimea lor descrescând spre cilindrul central, faţă de care sunt orientate radiar. În apropierea epidermei din dreptul a două colţuri opuse ale secţiunii se află câte un canal rezinifer înconjurat de un strat de celule sclerenchimatice cu pereţi moderat îngroşăţi. Aşadar, cele două canale sunt opuse; uneori se observă doar un singur canal, datorită faptului că aceste formaţiuni secretoare sunt discontinue în lungul frunzei.

Cilindrul central: înconjurat de o epidermă de tip primar (cu punctele Caspa în pereţii laterali ai celulelor), sub care urmează pericicluI unistratificat; în parenchimul fundamental traheidal (de transfuzie) se afla două fascicule libero-lemnoase foarte apropiate între el. La periferia liberului, mai rar a lemnului, se află câteva celule de sclerenchim.

▲ **Structura limbului foliar** de arborele vieţii - ***Thuja occidentalis*** **L.** - fam. *Cupressaceae* (secţiune transversală)(fig. 96).

Frunza are o structură bifacială heterofacială, cu dorsiventralitate inversă, de contur semicircular - semieliptic în secţiune transversală, cu faţa superioară uşor concavă.

Epiderma: celule aproximativ izodiametrice, cu peretele extern mult mai îngroşat decât ceilalţi, cutinizat şi cerificat; celulele epidermei suprerioare au toţi pereţii moderat îngroşaţi; din loc în loc, în epiderma inferioară se observă stomate.

Hipoderma: prezentă sub epiderma inferioară şi discontinuă în dreptul stomatelor.

Mezofilul: diferenţiat în ţesut palisadic bi- sau tristratificat sub epiderma inferioară şi ţesut lacunos sub epiderma superioară şi la mijloc. Sub epiderma inferioară, în dreptul fasciculului conducător se observă un canal rezinifer (canalul colector este înconjurat de cel puţin două straturi de celule epiteliale) lipsit de elemente sclerenchimatice în jur.

La această plantă nu mai putem vorbi de un cilindru central, lipsind endoderma şi pericicluI. În parenchimul de transfuzie se află un singur fascicul libero - lemnos.

Structura limbului foliar la angiosperme

La angiosperme frunza atinge cel mai înalt grad de diferenţiere anatomică în funcţie de factorii ecologici.

Diferitele ţesuturi ce intră în alcătuirea limbului îşi au originea în activitatea meristematică a iniţialelor primordiului foliar: marginale (care vor da în final epiderma) şi submarginale (care vor da mezofilul şi cordoanele de procambiu; acestea se vor diferenţia în fasciculele libero-lemnoase ale

Scanned with OKEN Scanner

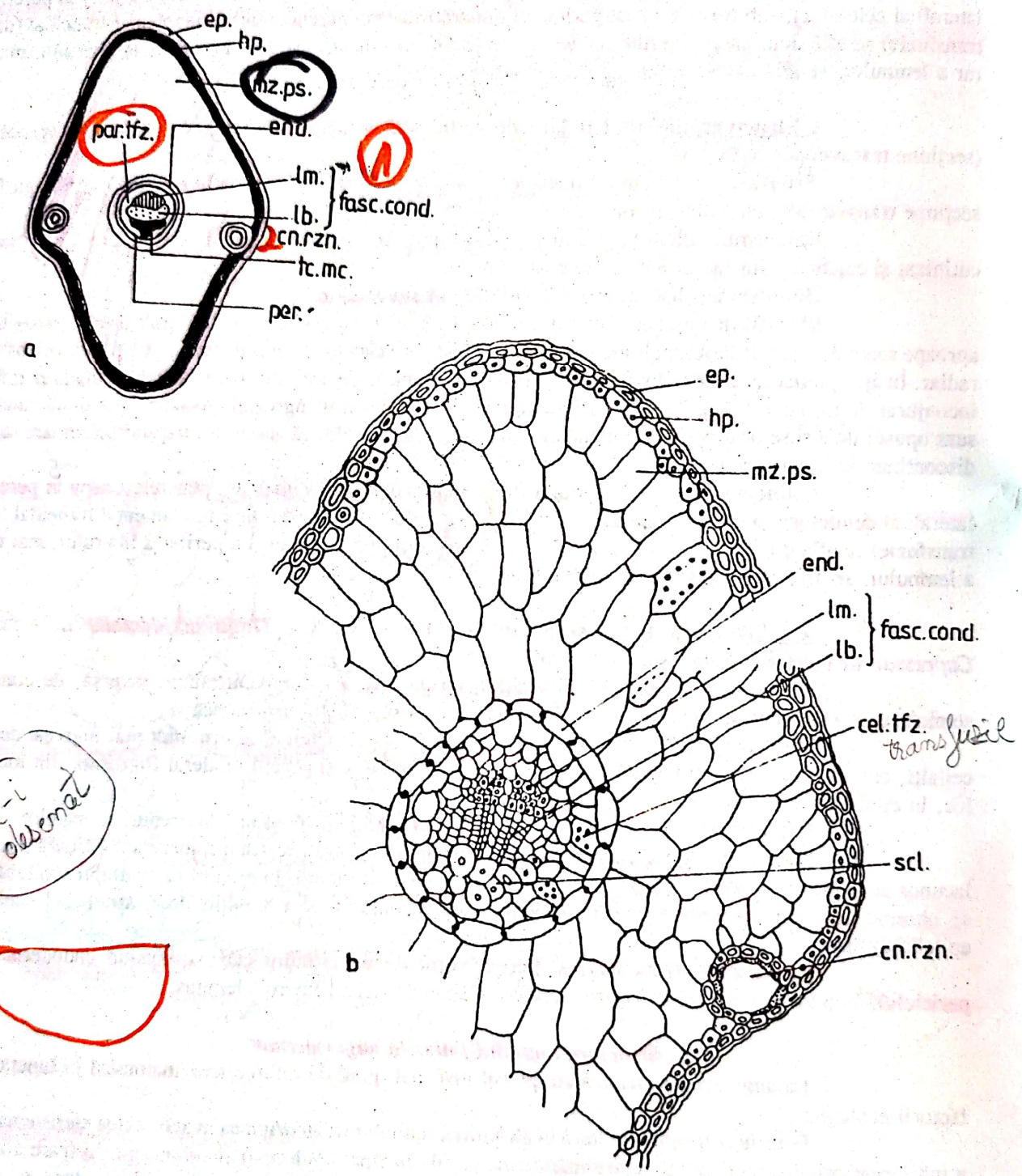
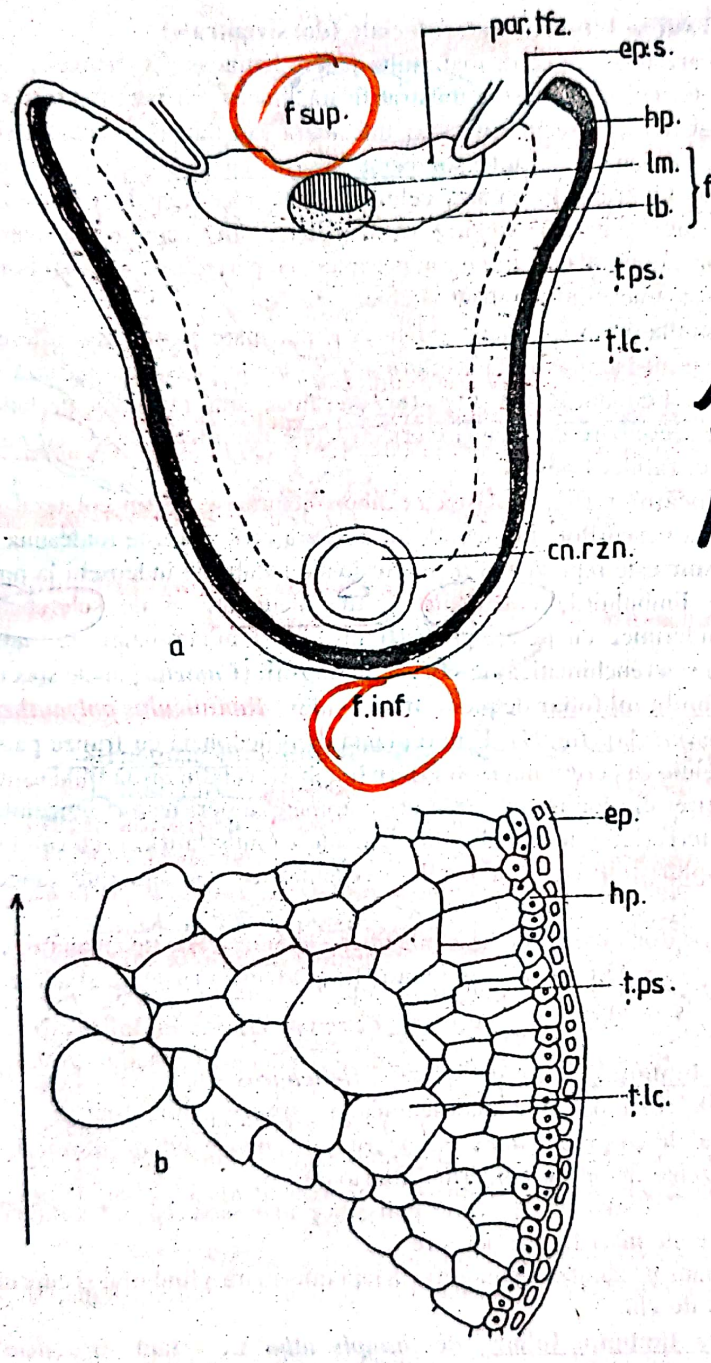


Fig. 95. Structura limbului foliar, la *Picea abies*, secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b)
cn.rzn - canal rezinifer; **cel.tfz** - celulă de transfuzie; **end** - endodermă; **ep** - epidermă; **fasc.cond** - fascicul conducător; **hp** - hipodermă; **lb** - liber; **lm** - lemn; **mz.ps** - mezofil palisadic; **par.tfz** - parenchim de transfuzie; **per** - periciclu; **scl** - sclerenchim; **tc.mc** - teacă mecanică (orig.)

Scanned with OKEN Scanner



epid. inf.
t. cil. c.
1 fasc. cond.

Fig. 96. Structura limbului foliar, la *Thuja occidentalis*: secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b): **cn.rzn** - canal rezinifer; **ep** - epidermă; **f.sup** - fața superioară; **fasc.cond** - fascicul conducător; **hp** - hipodermă; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par.tfz** - parenchim de transfuzie; **ț** - țesut (**lc** - lacunos; **ps** - palisadic)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

nervurilor.

1⁰ Frunze bifaciale heterofaciale (dorsiventrale)

Acestea sunt caracteristice celor mai multe plante lemnoase şi ierboase.

Epiderma este, cel mai adesea, unistratificată, uneori cu peri (tectori sau secretori). Stomatele sunt, de regulă, mai numeroase în epiderma inferioară sau numai în aceasta (la majoritatea arborilor din zona temperată); la plantele acvatice submerse lipsesc, iar la cele cu frunze natante se află numai în epiderma superioară. La frunzele liniare, celulele epidermice sunt mai lungi decât late. La frunzele late, celulele epidermice sunt aproximativ izodiametrice. În secţiune transversală, celulele epidermice sunt dreptunghiular - alungite tangenţial sau pătratice, cu peretele extern mai bombat şi adesea mai îngroşat, cutinizat, cerificat, uneori mineralizat şi chiar lignificat.

Mezofilul (asimilator in totalitate sau in cea mai mare parte) este diferenţiat în ţesut palisadic la faţa superioară şi ţesut lacunos la faţa inferioară. Celulele palisadice variază ca înălţime şi lăţime. În mezofil se află ţesuturi conducătoare şi ţesuturi mecanice, mai rar elemente laticifere, canale şi buzunare secretoare, celule secretoare de uleiuri eterice, celule taninifere, celule cu nisip oxalifer şi diferite cristale (simple, macle, rafide, ursini).

Ţesutul conducător formează fascicule libero-lemnoase de tip colateral şi de mărime diferită, ce intră în componenţa nervurilor; fasciculul din nervura mediană este totdeauna mai gros.

Ţesutul mecanic este reprezentat prin: cordoane localizate îndeosebi la polii faciculelor conducătore şi la marginile limbului(de colenchim la dicotiledonate şi de sclerenchim la multe monocotiledonate), celule epidermice cu pereţi groşi, lignificaţi şi mineralizaţi (la multe graminee), hipodermă colenchimatică sau sclerenchimatică, idioblaste in mezofil (*Camelia*, unele specii de *Prunus*).

▲ **Structura limbului foliar** de piciorul cocoşului - ***Ranunculus polyanthemos*** **L.** - fam. *Ranunculaceae* (secţiune transversală) (fig.97). Este o plantă dicotiledonată cu frunze palmat-partite.

Epiderma: celule cu pereţii intern şi extern bombaţi, cei din urmă fiind uşor mai îngroşaţi şi acoperiţi de o cuticulă subţire; din loc în loc se observă stomate şi peri tectori unicelulari.

Mezofilul: diferenţiat în ţesut palisadic, mai adesea unistratificat, cu celule înalte, la faţa superioară şi ţesut lacunos pluristratificat, cu celule izodiametrice sau alungite tangenţial, la faţa inferioară.

Ţesutul conducător: mai multe fascicule libero-lemnoase, de tip colateral, cel din nervura mediană (vizibil proeminentă la faţa inferioară a limbului) fiind vizibil mai mare şi adesea legat de cele două epiderme prin cordoane de colenchim.

▲ **Structura limbului foliar** de spânz - ***Helleborus niger*** **L.** - fam. *Ranunculaceae* (secţiune transversală) (fig. 98). Este o plantă dicotiledonată cu frunze palmat-sectate.

Epiderma: celule cu pereţii intern şi extern puţin mai bombaţi ultimii uşor îngroşaţi şi cutinizaţi; stomatele sunt prezente numai în epiderma inferioară.

Mezofilul: 1 - 2 - straturi de celule palisadice mai malte şi 5-7 straturi de celule ale ţesutului lacunos, ce lasă între ele mari lacune aerifere.

Nervura mediană proemineaza puternic la faţa inferioară a limbului şi cuprinde un fascicul libero-lemnos de tip colateral deschis.

▲ **Structura limbului foliar** de ***Sinapis alba*** **L.** - fam. *Brassicaceae* (secţiune transversală)(fig. 99). Este o plantă dicotiledonată cu frunze bazale peţiolate, alungit - obovate, cu marginea lobată sau fidată şi cu frunze superioare aproape sesile, eliptice, cu marginea neregulat dinţată.

Scanned with OKEN Scanner

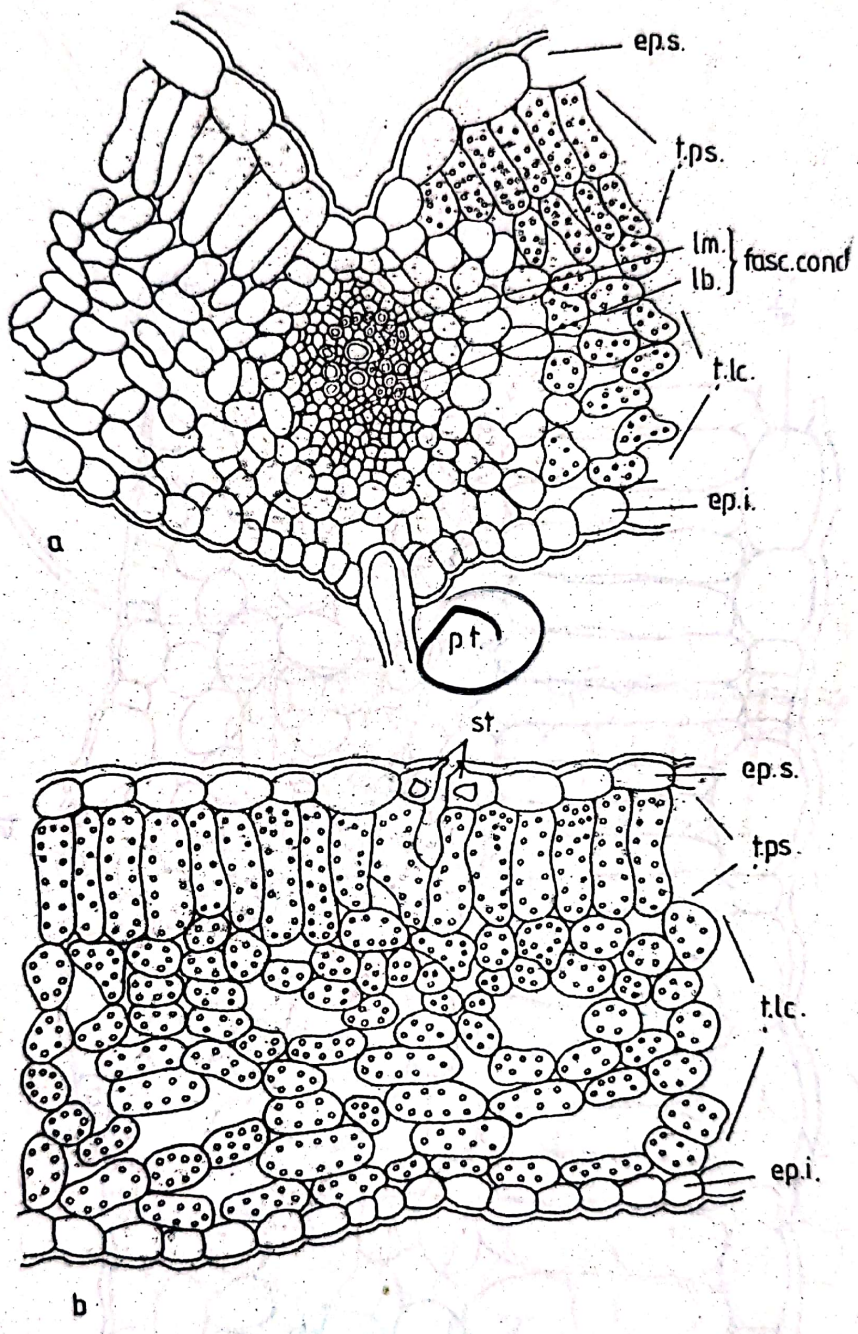


Fig. 97. Structura limbului foliar, la *Ranunculus polyanthemos*; secțiune transversală în dreptul nervurii mediane (a) și între nervurile laterale (b):
ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); fasc.cond - fascicul conducător; lb - liber; lm - lemn; p.t - păr tector; ț - țesut (lc - lacunos; ps - palisadic) (a - orig., b - d. Filipescu)

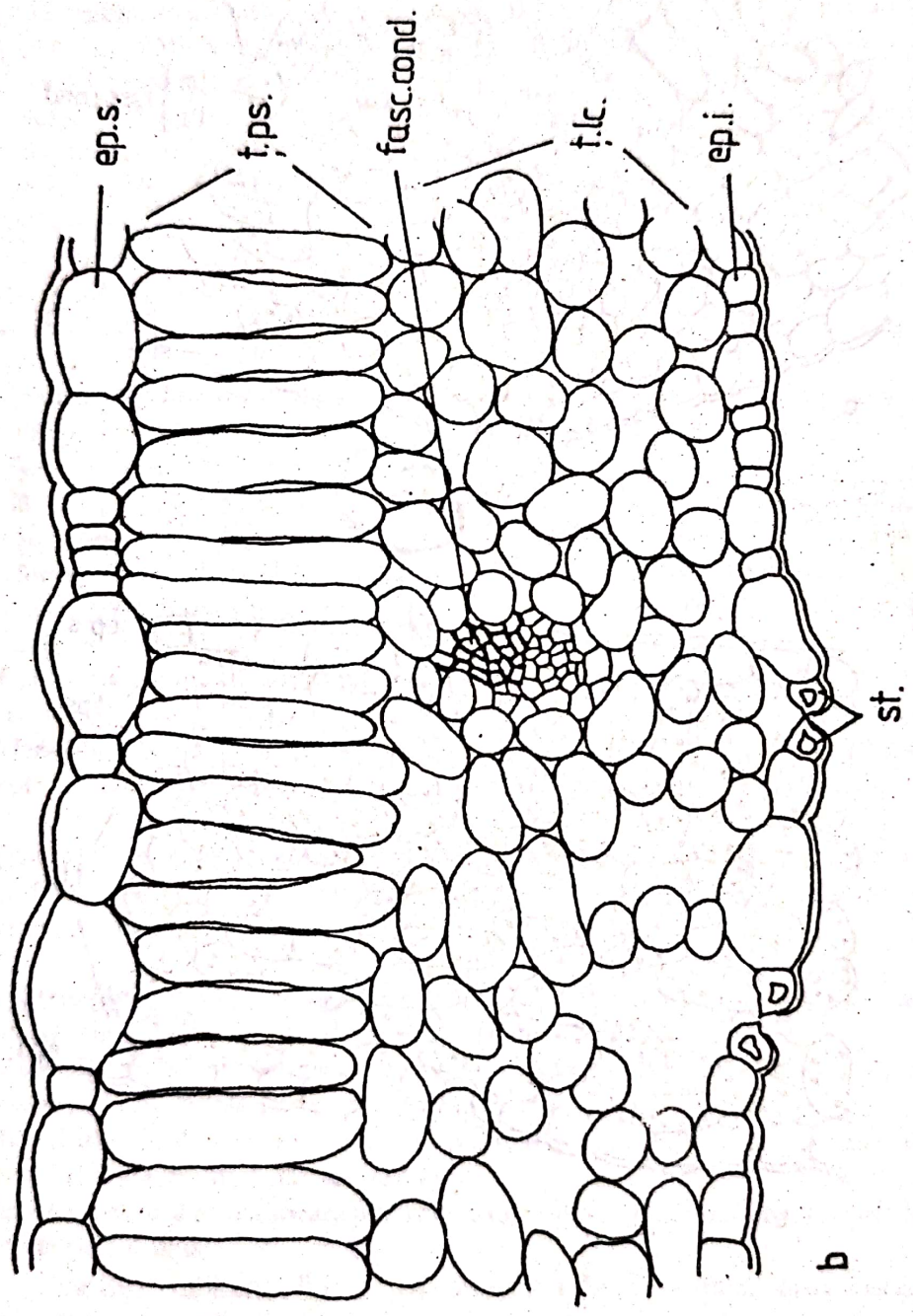


Fig. 98. Structura limbului foliar, la *Helleborus niger;* secțiune transversală între nervurile laterale:
ep - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicul conducător; **ț** - țesut (**lc** - lacunos; **ps** - palisadic)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

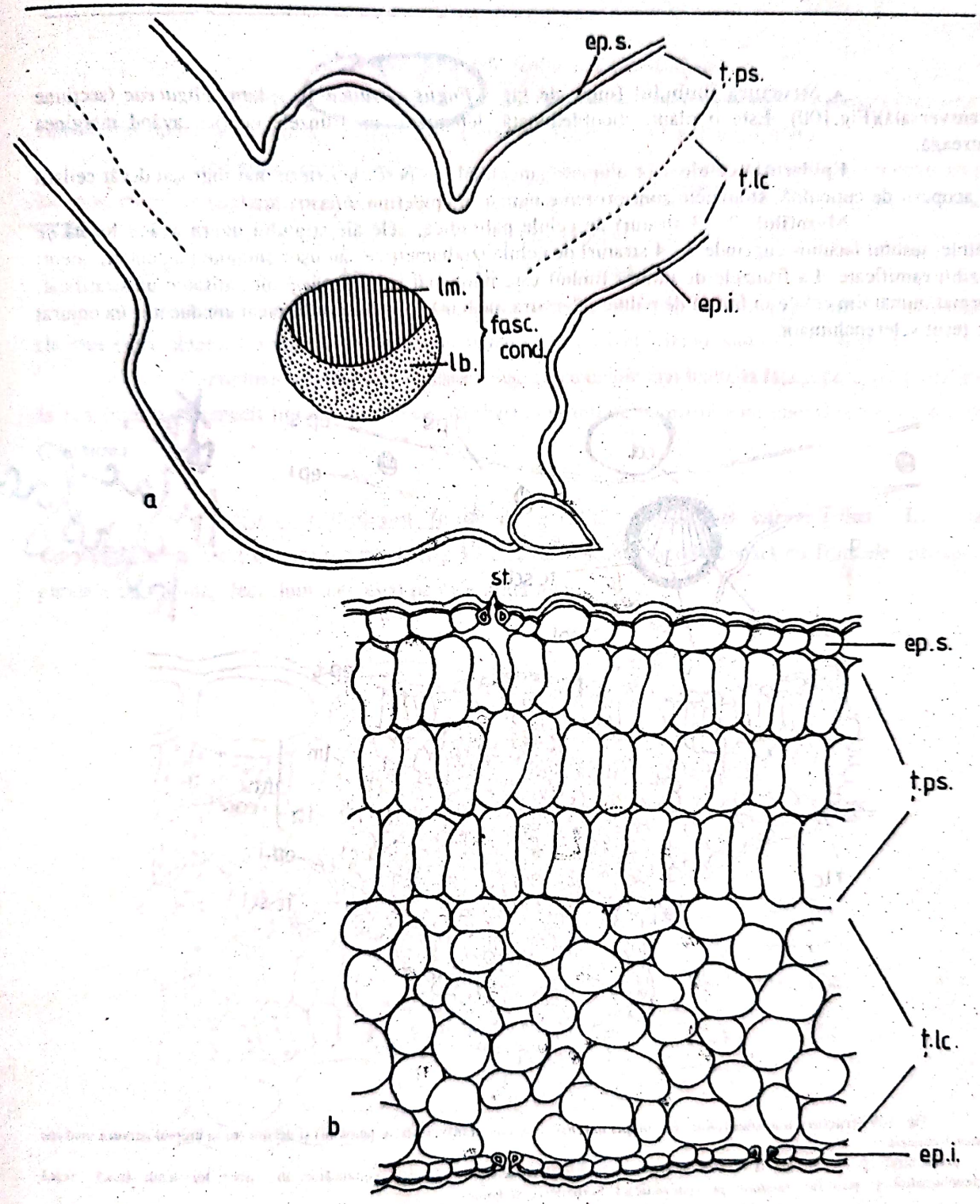


Fig. 99. Structura limbului foliar, la *Sinapis arvensis*; secțiune transversală în dreptul nervurii mediane, schemă (a) și între nervurile laterale , detaliu (b):
ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); fasc.cond - fascicul conducător; st - stomate; ț - țesut (lc - lacunos, ps - palisadic)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura limbului foliar** de fag (*Fagus sylvatica* L. - fam. *Fagaceae* (secţiune transversală)(Fig.100). Este o plantă dicotiledonată, lemnoasă, cu frunzele eliptice având marginea întreagă.

Epiderma: celule uşor alungite tangenţial, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de cuticuloă; stomatele sunt prezente numai în epiderma inferioară.

Mezofilul: 2 - 3 straturi de celule palisadice, cele ale stratului intern având formă de pâlnie; ţesutul lacunos cuprinde 3 - 4 straturi de celule izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, uneori vizibil ramificate. La frunzele de umbră limbul este mult mai subţire, cu ţesut palisadic unistratificat, format numai din celule în formă de pâlnie. Nervura mediană cuprinde un fascicul conducător înconjurat de ţesut sclerenchimatic.

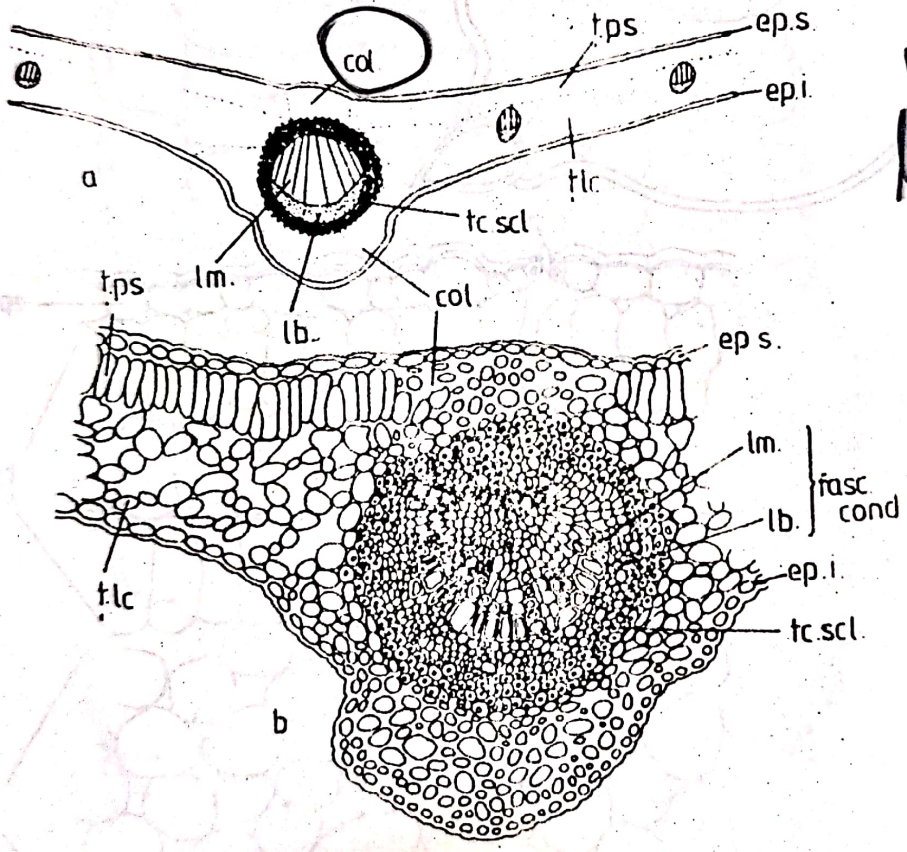


Fig. 100 Structura limbului foliar, la secţiune transversală, schemă (a) şi detaliu (b) în dreptul nervurii mediane **şi lateral acesteia):**
col - colenchim; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicul conducător; **lb** - liber; **lm** -lemn; **tc.scl** - teacă **sclerenchimatică**; **ţ** - ţesut (**lc** - lacunos; **ps** - palisadic)(d. Serbănescu şi Toma)

2° Frunze bifaciale izofaciale (ecvifaciale)

Au acelaşi plan de structură, dar diferă localizarea unor ţesuturi. În această categorie se cunosc trei tipuri de structură: centric-heterogenă, centric-omogenă şi intermediară.

Structura centric - heterogenă: ţesut palisadic sub ambele epiderme şi ţesut compact saù lacunos, cu celule izodiametrice, la mijloc. Cele două feţe fiind asemănătoare ca structură, doar orientarea liberului şi lemnului ne ajută să precizăm care este faţa superioară şi care cea inferioară. Caracterizează specii de ***Dianthus, Medicago, Astragalus, Salix, Eucalyptus*** ş.a.

Structura centric-omogenă: tot mezofilul este de tip lacunos ***(Vallisneria)*** sau compact (la multe graminee), format din celule izodiametrice sau uşor mai înalte sub cele două epiderme.

Structura intermediară: ţesut palisadic cu celule mai înalte la faţa superioară şi mai joase la cea înferioară (specii litorale de ***Silene, Lathyrus***; la mijloc se poate găsi uneori ţesut lacunos tipic ***(Nerium)***.

▲ **Structura limbului foliar** de garofiţă - ***Dianthus caryophyllus*** **L.** - fam. ***Caryophyllaceae*** (secţiune transversală) (fig.101): Este o plantă dicotiledonată cu frunzele aproximativ paralele cu tulpina, deci iluminate egal pe cele două feţe.

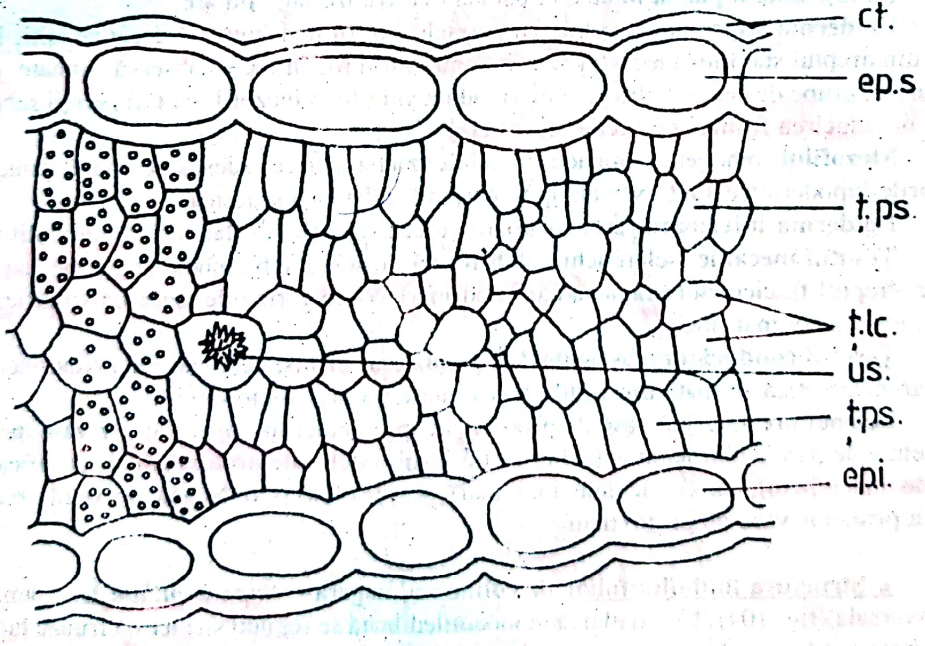


Fig. 101 Structura limbului foliar, la *Dianthus caryophullus;* secţiune transversală, detaliu:
ct - cuticulă; **ep** - epidermă (i - inferioară; s - superioară); **ţ** - ţesut (lc - lacunos; ps - palisadic; us -ursini de oxalat de calciu (orig.)

Epiderma: celule cu peretele extern foarte puternic îngroşat şi acoperit cu o cuticulă groasă; din loc în loc se observă stomate cu mici camere suprastomatice.

Mezofilul: compact, diferenţiat în ţesut palisadic bi-sau tristratificat, cu celule relativ joase, sub ambele epiderme şi ţesut lacunos bi-sau tristratificat la mijloc, format din celule izodiametrice, cu spaţii aerifere mici între ele; unele din aceste celule conţin câte un ursin de oxalat de calciu.

Ţesutul conducător: fascicule libero - lemnoase de tip colateral închis ce prezintă la faţa externă a liberului câte un arc (cordon) de elemente sclerenchimatice; fasciculele din nervurile laterale sunt înconjurate de câte o teacă parenchimatică de celule cu foarte puţine cloroplaste.

▲ **Structura limbului foliar** de sârmuliţă - ***Vallisneria spiralis*** **L.**- fam. *Hydrocharitaceae* (secţiune transversală)(Fig.102): Este o plantă monocotiledonată acvatică, submersă, cu frunze liniare.

Epiderma: celule foarte mici; izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, cu toţi pereţii foarte subţiri, necutinizaţi şi conţinând cloroplaste; stomatele lipsesc.

Mezofilul: omogen, format din celule mari, izodiametrice, cu cloroplaste mici, înconjurând numeroase şi mari camere aerifere. Cele două feţe ale limbului se recunosc doar după poziţia liberului şi a lemnului.

Ţesutul mecanic : lipseşte.

Ţesutul conducător: foarte redus (îndeosebi cel lemnos), formând puţine şi mici fascicule libero-lemnoase de tip colateral închis, cu 1-3 vase de lemn şi puţine elemente de liber.

▲ **Structura limbului foliar** de porumb - ***Zea mays*** **L.** - fam. *Poaceae* (secţiune transversală)(Fig.103): Este o plantă monocotiledonată cu frunze lat.- liniare.

Epiderma superioară: celule cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalţi, lignificat şi silicifiat; cele din dreptul stâlpilor mecanici sunt mai mici; din loc în loc se observă stomate, peri tectori unicelulari scurţi şi grupe de celule buliforme mari, adânc înfipte în mezofil, cu toţi pereţii subţiri, bogate în apă (cu rol în răsucirea frunzei pe vreme de secetă).

Mezofilul: omogen, compact, cu celule izodiametrice, adesea de contur poligonal; doar cele din straturile hipodermice sunt uşor alungite perpendicular pe epidermă.

Epiderma inferioară: asemănătoare cu cea superioară, dar fără celule buliforme.

Ţesutul mecanic: sclerenchim dub formă de stâlpi sub ambele epiderme sau numai sub una din ele, în dreptul fasciculelor conducătoare mai mari şi sub formă de teacă unistratificată în jurul fasciculelor conducătoare mai mici.

Ţesutul conducător: fascicule de tip colateral închis, cele mai mici fiind înconjurate de câte o teacă parenchimatică formată din celule foarte mari, sărace în cloroplaste.

Lemnul prezintă 1-2 vase de protoxilem spre epiderma superioară, 2 vase de metaxilem spre liber şi celule de parenchim lemnos (celulozic în jurul vaselor de protoxilem şi sclerificat-lignificat între vasele de metaxilem); în fasciculele mai mari se observă şi o lacună acviferă, rezultată din dezorganizarea primelor vase de protoxilem.

▲ **Structura limbului foliar** de colilie sau năgară - ***Stipa capillata*** **L.** - fam. *Poaceae* (secţiune transversală)(fig. 104). Este o plantă monocotiledonată se regiuni stepice cu frunze lungi, liniar - înguste, filiforme când sunt răsucite (pe vreme de secetă), longitudinal - plicate, având faţa superioară vălurată (alternând coaste cu valecule) şi faţă inferioară plană.

Epiderma superioară: celule mici, cu toţi pereţii, dar mai ales cei externi foarte puternic

Scanned with OKEN Scanner

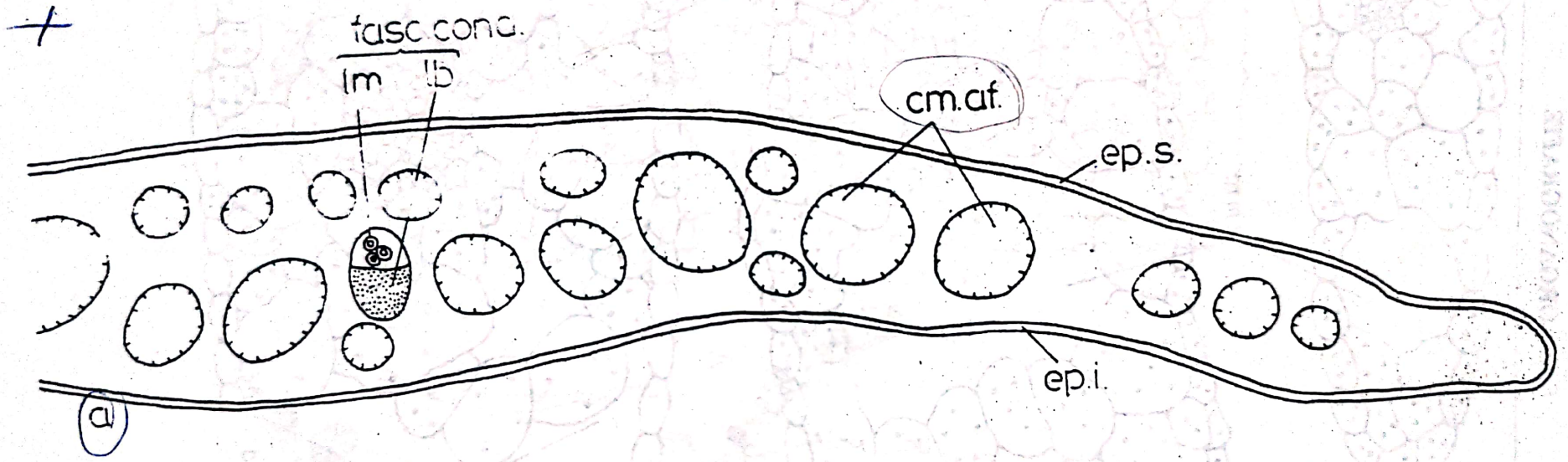


Fig. 102. Structura limbului foliar, la *Vallisneria spiralis*; secțiune transversală, schemă (a) și detalii de la margine (b), mijloc (c) și în dreptul nervurii mediane (d): **cel.a** - celulă anexă; **cm.af** - cameră aeriferă, **ep** - epidermă (**i** - inferioară, **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicul conducător; **mz** - mezofil; **vs.lm** - vas de lemn; **t.c** - tub ciuruit (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

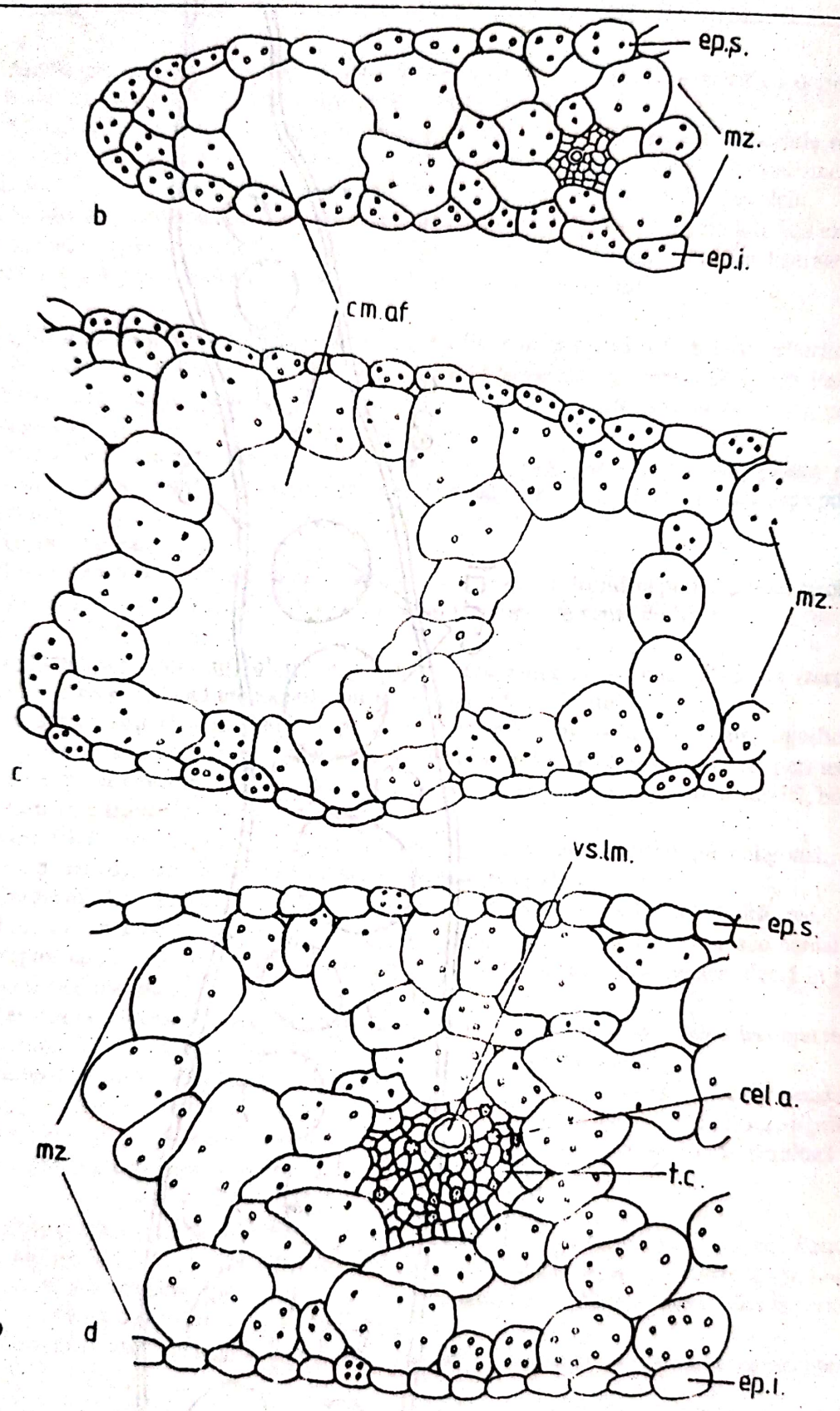


Fig. 102 b

Scanned with OKEN Scanner

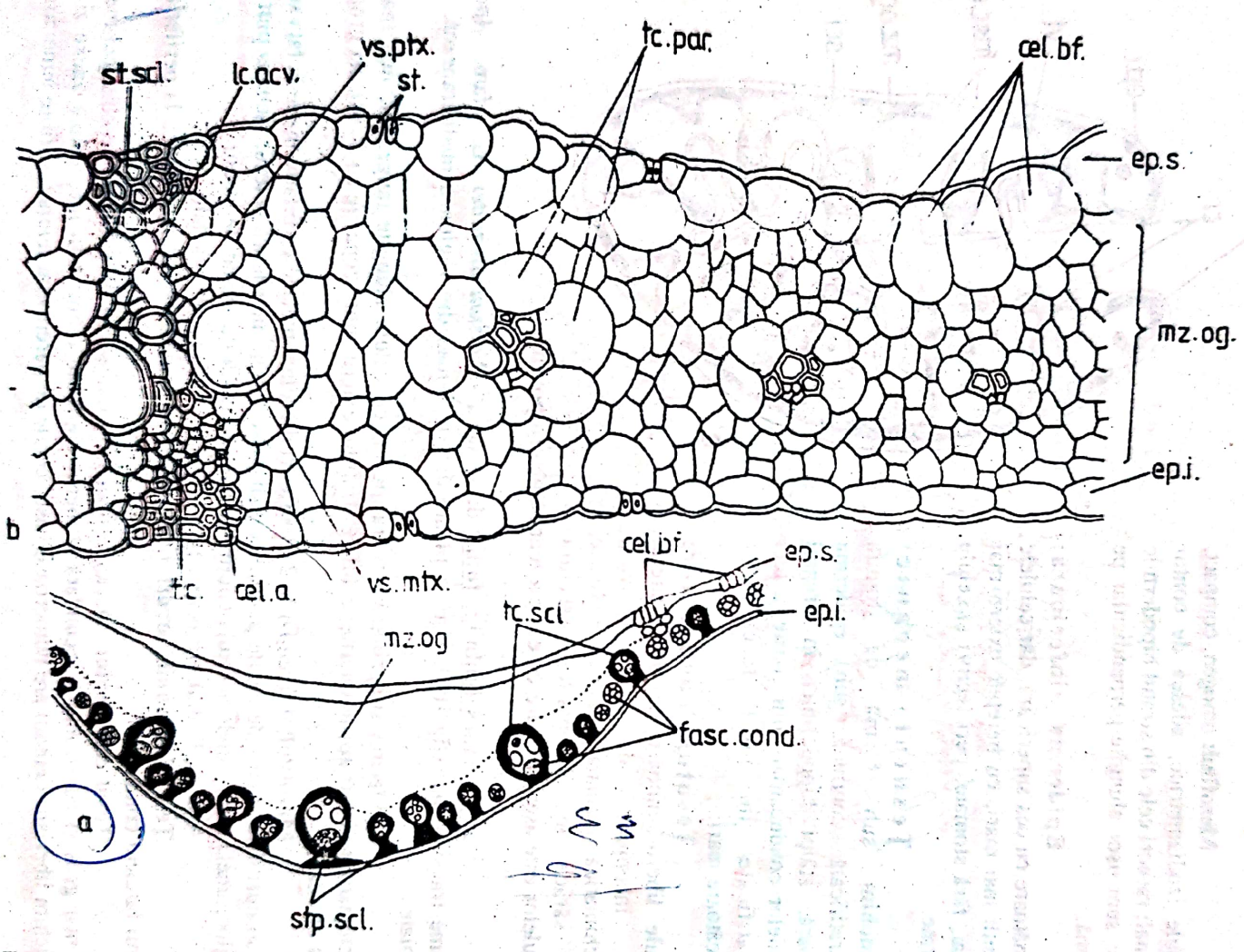
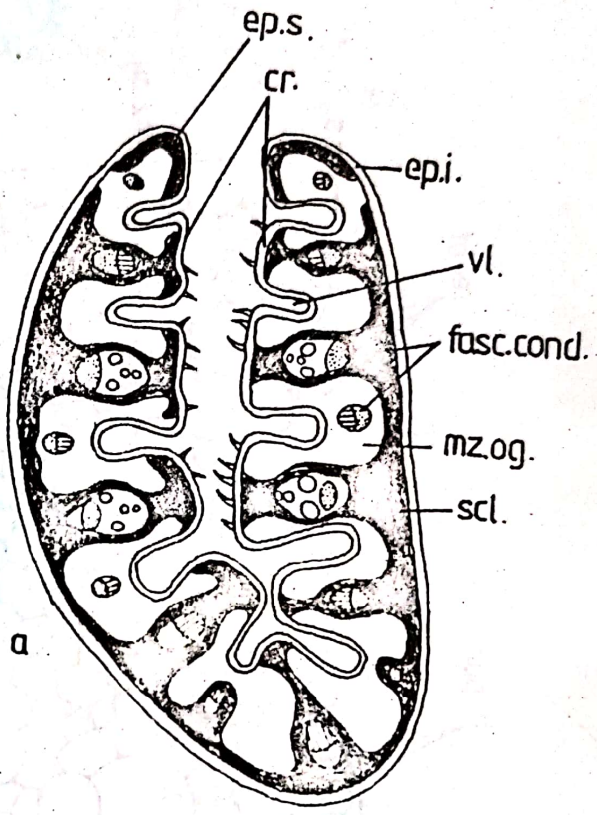


Fig. 103. Structura limbului foliar la *Zea mays*: secțiune transversală, schemă (a); în dreptul nervurii mediane și detaliu (b), lateral acesteia): **cel.a** - celulă anexă; **cel.bf** - celule buliforme; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicule conducătoare; **lc.acv** - lacună aciferă; **mz.og** - mezofil omogen; **st** - stomate; **stp.scl** stâlpi de sclerenchim; **tc** - tub ciuruit; **tc** - teacă (**par** - parenchimatică, **scl** - sclerenchimatică); **vs** - vase (**mtx** - metaxilem, **ptx** - protoxilem (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

îngroşaţi, lignifiaţi, silicificaţi şi cerificaţi; din loc în loc se observă grupe de celule buliforme (la baza valeculelor), peri tectori unicelulari relativ lungi şi stomate(pe flancurile valeculelor).

Fig. 104 a



Mezofilul: omogen, compact, cu celule izodiametrice, adesea de contur poligonal; rareori cele din stratul hipodermic inferior sunt uşor alungite perpendicular pe epidermă.

Epiderma inferioară: asemănătoare cu cea superioară, dar celulele sunt mult mai mari, cu peretele extern mai îngroşat, fără stomate, peri tectori şi celule buliforme.

Ţesutul mecanic: sclerenchim sub formă de bandă pluristratificată continuă sub epiderma inferioară, stâlpi hipodermici în dreptul fasciculelor conducătoare din coaste şi teci unistratificate în jurul fasciculelor conducătoare mari.

Ţesutul conducător: fascicule libero-lemnoase de tip colateral închis, înconjurate de câte o teacă parenchimatică formată din celule foarte mari, sărace în cloroplaste; structura fasciculelor este asemănătoare cu cea prezentată pentru porumb.

▲ **Structura limbului foliar** de leandru - *Nerium oleander* L. - fam. *Apocynaceae* (secţiune transversală) (fig.105): Este o plantă dicotiledonată din regiunea mediteraneană, cu frunze lanceolate.

Epiderma superioară: tristratificată, cu celule alungite tangenţial, mai mari şi uşor colenchimatizate în straturile interne; celulele stratului extern sunt acoperite cu o cuticulă groasă şi cu o pătură de ceară.

Mezofilul: diferenţiat în 2- 3 straturi de celule palisadice relativ înalte la faţa superioară, 1 - 3 straturi discontinue de celule palisadice mai joase la faţa inferioară şi ţesut lacunos pluristratificat la mijloc, unele din celulele acestuia conţinând câte un ursin de oxalat de calciu.

Aşadar, limbul are o structură bifacială, inegal - ecvifacială.

Ţesutul mecanic: arcuri discontinue de elemente sclerenchimatice la periferia liberului fiecărui fascicul conducător.

Ţesut conducător: fascicule libero - lemnoase de tip colateral deschis, cel median fiind mult mai gros şi cu structură secundară. Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian. Lemnul are numeroase vase, celule de parenchim lemnos şi fibre lemnoase. În plus,

Scanned with OKEN Scanner

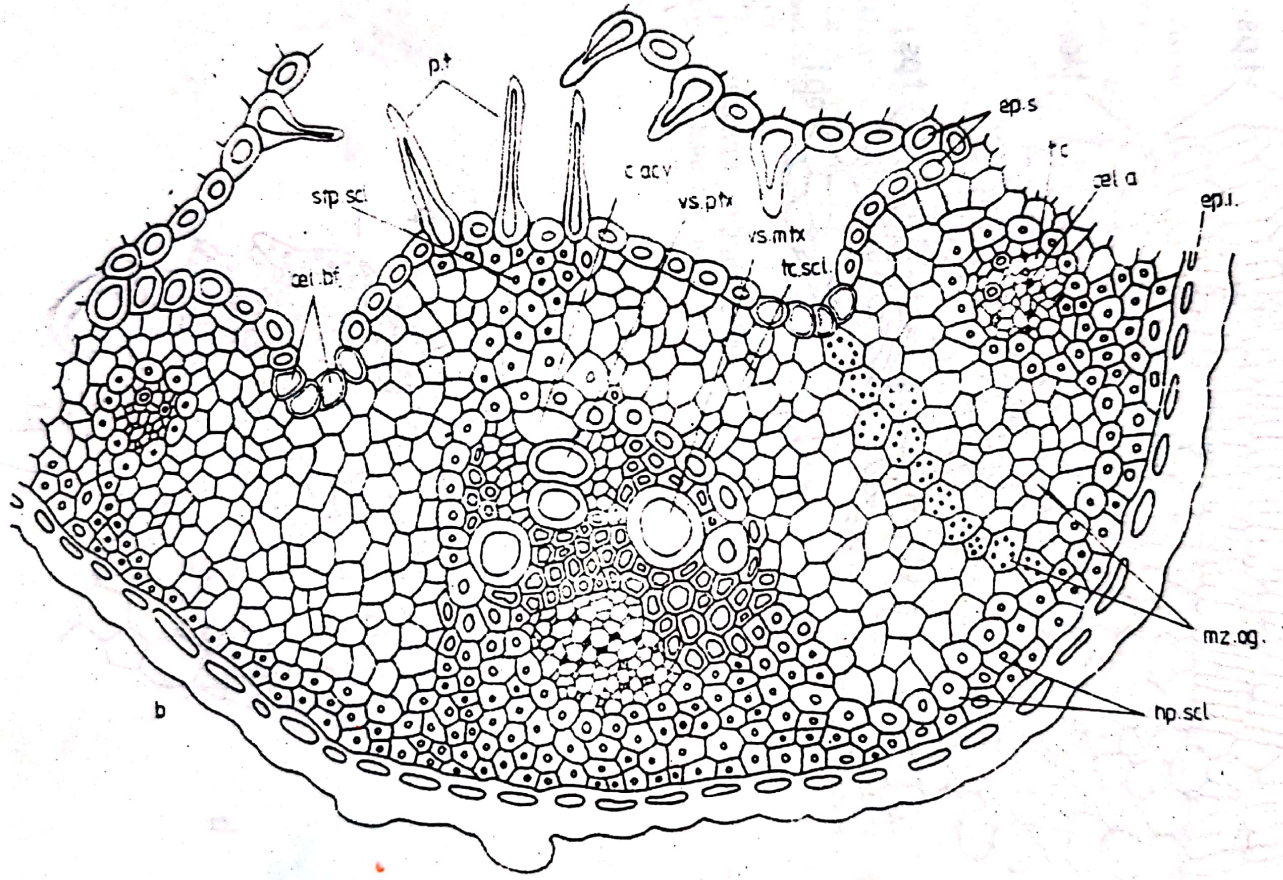
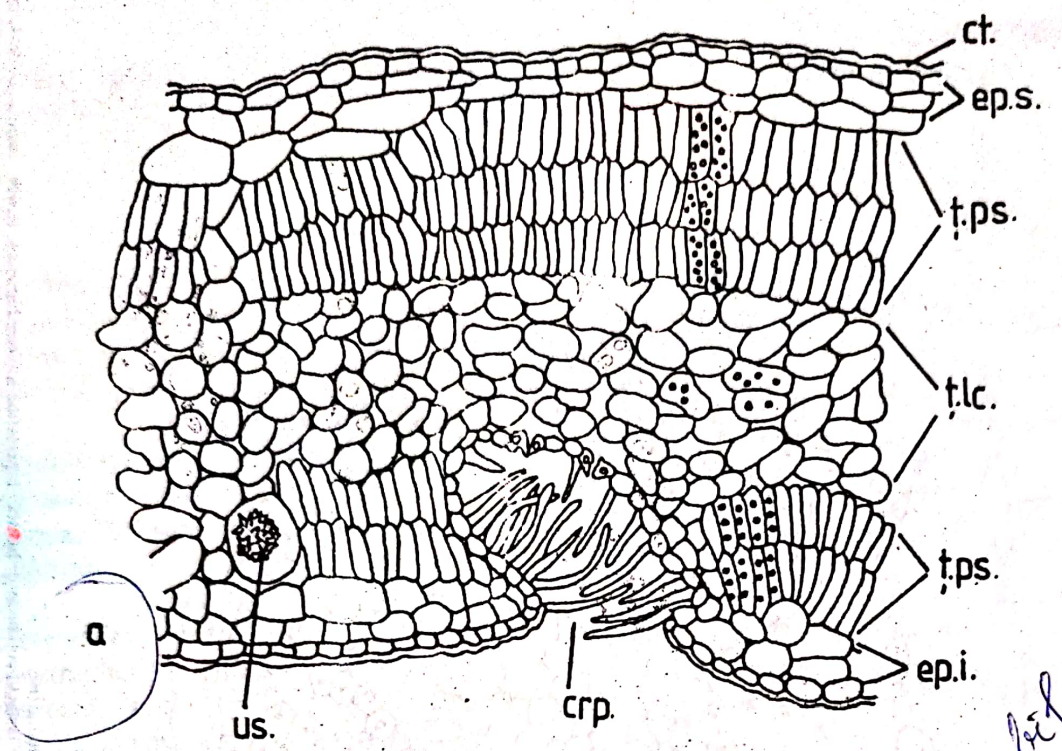


Fig. 104. Structura limbului foliar la *Stipa capillata*: secțiune transversală, schemă (a) și detaliu (b):
cel - celule (**a** - anexe, **bf** - buliforme); **cr** - creastă; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicul conducător; **hp.scl** - hipodermă sclerenchimatică; **lc.acv** - lacună aciviferă; **mz.og** - mezofil omogen; **p.t** - peri tectori; **scl** - sclerenchim; **stp.scl** - stâlp de sclerenchim; **t.c** - tub ciuruit; **tc.scl** - teacă de sclerenchim; **vl** - valeculă; **vs** - vase (**mtx** - metaxilem; **ptx** - protoxilem) (**a** - d. Filipescu, b - orig.)

Scanned with OKEN Scanner



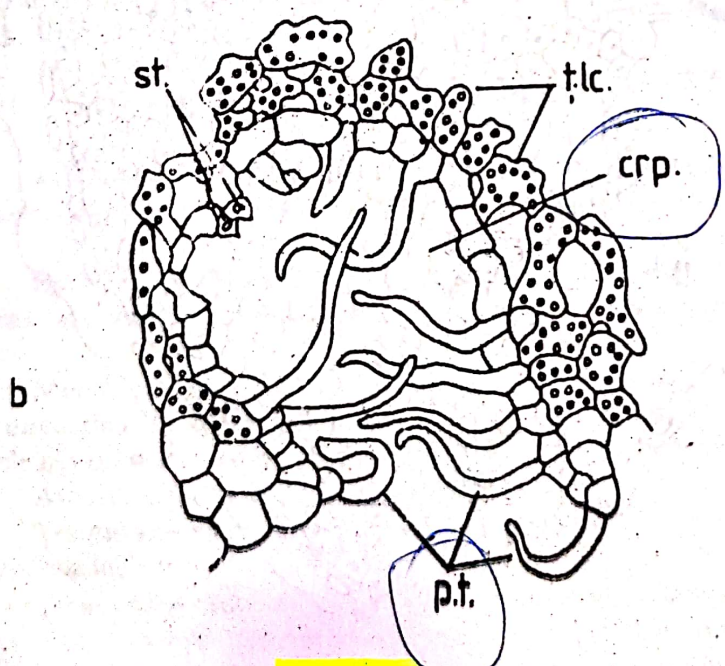


Fig. 105. Structura limbului foliar, la *Nerium oleander*; secțiune transversală, detaliu dintre nervuri (a) și dintr-o criptă (b): ct - cuticulă; crp. - criptă; ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); p.t - peri tectori; st - stomată; ț - țesut (lc - lacunos, ps - palisadic); us - ursin (a - orig., b - d. Filipescu).

Scanned with OKEN Scanner

în alcătuirea liberului intră şi elemente laticifere.

Epiderma inferioară: bistratificată; din loc în loc epiderma formează pliuri ce determină formarea unor **cripte**, tapisate de peri tectori unicelulari şi în care sunt adăpostite stomatele (adaptare în vederea reducerii transpiraţiei).

3° Frunze monofaciale

Aceste frunze caracterizează specii de ***Iris, Gladiolus, Allium, Sansevieria,*** multe orhideee epifite etc.

La ***Iris germanica***, de la bază (teacă cu un jgheab) spre vârful limbului se observă trecerea de la structura bifacială la cea monofacială (ce caracterizează o bună parte din limbul ensiform comprimat, în planul median), reducerea treptată a feţei adaxiale în favoarea celei abaxiale. În cele din urmă, faţa adaxială dispare, marginile feţei abaxiale se apropie şi se unesc, limbul având numai epidermă inferioară, mezofil omogen şi fascicule conducătoare dispuse pe două şiruri, cu lemnul faţă în faţă (fig. 106 a).

La unele specii de ***Allium*** (de ex. ***Allium sativum*** - usturoi), limbul este comprimat în plan transversal, având formă de bandă, asemănătoare cu cea a unei frunze bifaciale, dar cu structură monofacială. La ***A. cepa*** (ceapa), frunzele au limbul fistulos, cu ţesut palisadic hipodermic de jur împrejur şi ţesut lacunos în jurul cavităţii aerifere (mărginită iniţial de epiderma superioară)(fig. 106).

▲ **Structura limbului foliar** de ceapă - ***Allium cepa*** L. - fam. ***Liliaceae*** (secţiune transversală)(fig. 106). Este o plantă monocotiledonată cu frunze aeriene lungi, fistuloase, cu vârful ascuţit.

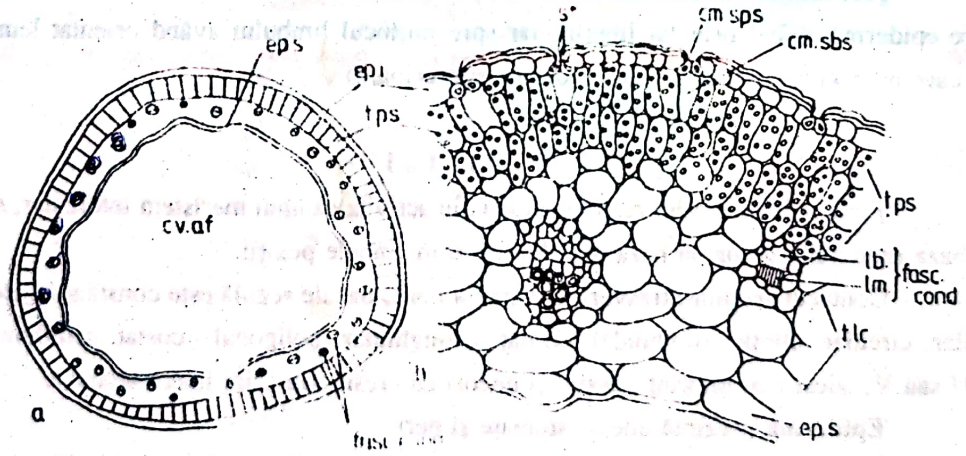


Fig. 106 Structura limbului foliar, la *Allium cepa:* secţiune transversală, schemă (a) şi detaliu (b).
cm - cameră (**sbs** - substomatică; **sps** - suprastomatică); **cv.af** - cavitate aeriferă; **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **fasc.cond** - fascicul conducător; **lb** - liber; **lm** - lemn; **st** - stomate; **ţ** -ţesut (**lc** - lacunos; **ps** -palisadic)(d Şerbănescu şi Toma)

Scanned with OKEN Scanner

Epiderma inferioară (externă): celule izodiametrice cu pereţii externi foarte îngroşaţi, uşor cutinizaţi; stomate uşor afundate în mezofil, cu o cameră suprastomatică şi substomatică.

Mezofilul: diferenţiat în ţesut palisadic relativ compact uni- sau bistratificat la faţa externă şi ţesut lacunos, cu celule aplatizate la faţa internă.

Ţesutul conducător: fascicule libero-lemnoase de tip colateral - închis, dispuse pe două inele, cele interne fiind mai mari.

Epiderma superioară (internă): celule mari, de formă şi mărimi diferite, alungite tangenţial, cu pereţii dinspre cavitatea aeriferă, îngroşaţi.

▲ **Structura limbului foliar** de stânjenel - ***Iris germanica* L.** - fam. *Iridaceae* (secţiune transversală)(fig. 107): Este o plantă monocotiledonată cu limb lung, ensiform.

Epiderma (numai inferioară): celule mari, izodiametrice sau uşor înalte, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă relativ groasă; din loc în loc se observă stomate cu cameră suprastomatică relativ adâncă.

Mezofilul: omogen, de tip meatic, asimilator spre exterior şi incolor, cu celule mai mari, adesea alungite tangenţial, la mijloc; unele celule din mezofilul asimilator conţin câte un cristal simplu de oxalat de calciu.

Ţesut mecanic: sclerenchim sub formă de calote (cordoane) la periferia liberului fasciculelor conducătoare mari.

Ţesutul conducător: fascicule de tip colateral închis, de mărime diferită, dispuse pe două şiruri, spre epidermă având orientat liberul, iar spre mijlocul limbului având orientat lemnul (deci în poziţia în care în mod normal ar fi fost epiderma suprerioară).

Peţiolul

Ţesuturile peţiolului rezultă adesea din activitatea unui meristem intercalar, situat mai cu seamă la baza limbului, rareori la baza peţiolului sau în ambele poziţii.

Conturul secţiunii trasversale variază mult, dar de regulă este constant la aceeaşi specie: semicircular, circular, eliptic, romboidal, cordat, triunghiular, poligonal - costat, semilunar, de forma literelor U sau V, adesea cu un şanţ adaxial şi uneori cu creste sau aripi latero-adaxiale.

Epiderma prezintă uneori stomate şi peri.

În poziţie hipodermică se afla **parenchim asimilator** şi/sau **colenchim** (continuu sau discontinuu).

În **parenchimul fundamental**, celulozic şi de tip meatic, se găsesc unul sau mai multe *fascicule conducătoare* cu dispoziţie diferită (mai adesea pe un arc), dar constantă pentru o specie dată,

Scanned with OKEN Scanner

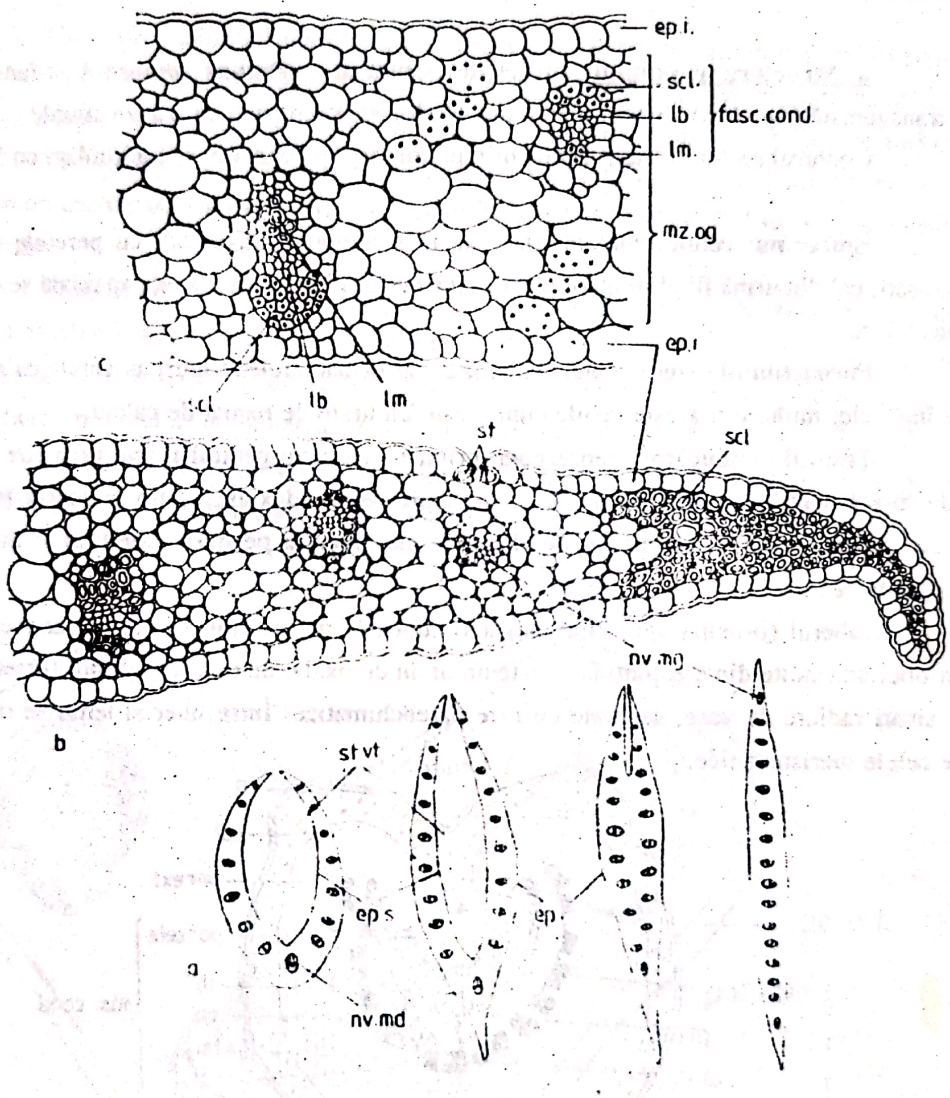


Fig. 107 Structura limbului foliar, la *Iris germanica*; secțiune transversala, schemă (a) și detalii (b,c): a - trecerea de la structura bifacială la cea monofacială; b, c - detalii de la marginea (b) și mijlocul (c) limbului cu structură monofacială: ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); fasc. cond - fascicul conducător; lb - liber; lm - lemn; mz.og - mezofil omogen; nv - nervură (mg - marginală; md - mediană); scl - sclerenchim; st - stomată; șt.vt - șanț ventral (a, b - d. Tarnavschi și colab.; c - orig.)

Scanned with OKEN Scanner

ce prezintă uneori cordoane de țesut mecanic la periferia floemului. Uneori, în parenchimul fundamental se pot afla canale aerifere, canale secretoare, celule oxalifere și taninifere; alteori parenchimul central se dezorganizează, rezultând o cavitate aeriferă de lărgime diferită.

▲ **Structura peţiolului** frunzei de porumbar - ***Prunus spinosa*** **L.** -fam. *Rosaceae* (secţiune transversală)(fig. 108). Este o plantă dicotiledonată lemnoasă, cu frunze simple.

Conturul secţiunii transversale prin peţiol este aproximativ semicircular, cu faţa adaxială adâncită.

Epiderma: celule izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, cu peretele intern şi cel extern îngroşaţi, cel din urmă fiind în mare parte cutinizat; din loc în loc, la faţa adaxială se observă peri tectori unicelulari.

Parenchimul extern: colenchimatizat, iar următoarele straturi au celule cu pereţi subţiri şi meaturi între ele; multe din aceste celule conţin câte un ursin de oxalat de calciu.

Ţesutul conducător: reprezentat printr-un fascicul central foarte gros, de tip colateral deschis, de formă semilunară şi, uneori, 1 -2 fascicule latero-adaxiale de tip colateral închis, foarte subţiri, toate cu câte un arc discontinuu de elemente mecanice la periferia liberului şi înconjurate de *parenchim fundamental.*

Liberul (orientat spre faţa abaxială) cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian (multe din ele conţinând câte un ursin de oxalat de calciu). lemnul (orientat spre faţa adaxială): şiruri radiare de vase, separate de raze parenchimatice. Între liber şi lemn se observă 2 - 3 straturi de celule meristematice.

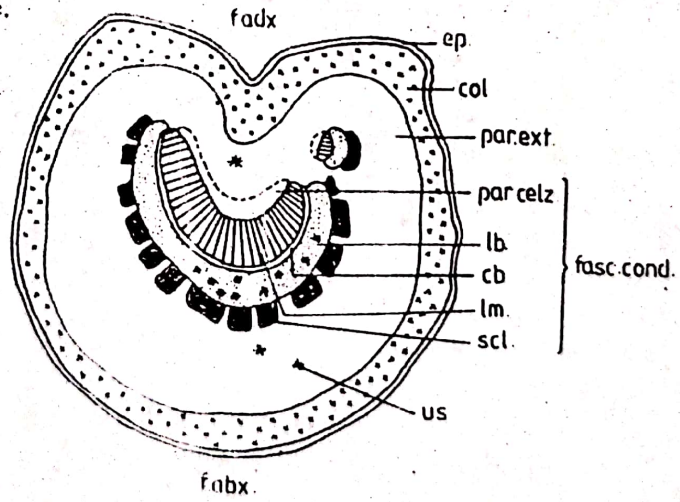


Fig. 108. Structura peţiolului frunzei de *Prunus spinosa*: secţiune transversala, schemă: **cb** - cambiu; **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **f** - faţa (**abx** - abaxială; **adx** adaxială); **fasc.cond** - fascicul conducător median; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cel** - celulozic, primar; **ext** - extern); **scl** - sclerenchim; **us** -ursini (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura peţiolului** frunzei de sulfină - ***Melilotus officinalis*** **(L.) Medik.** -fam. ***Fabaceae*** (secţiune transversală)(fig. 109). Este o plantă dicotiledonată cu frunze palmat compuse (trifoliate).

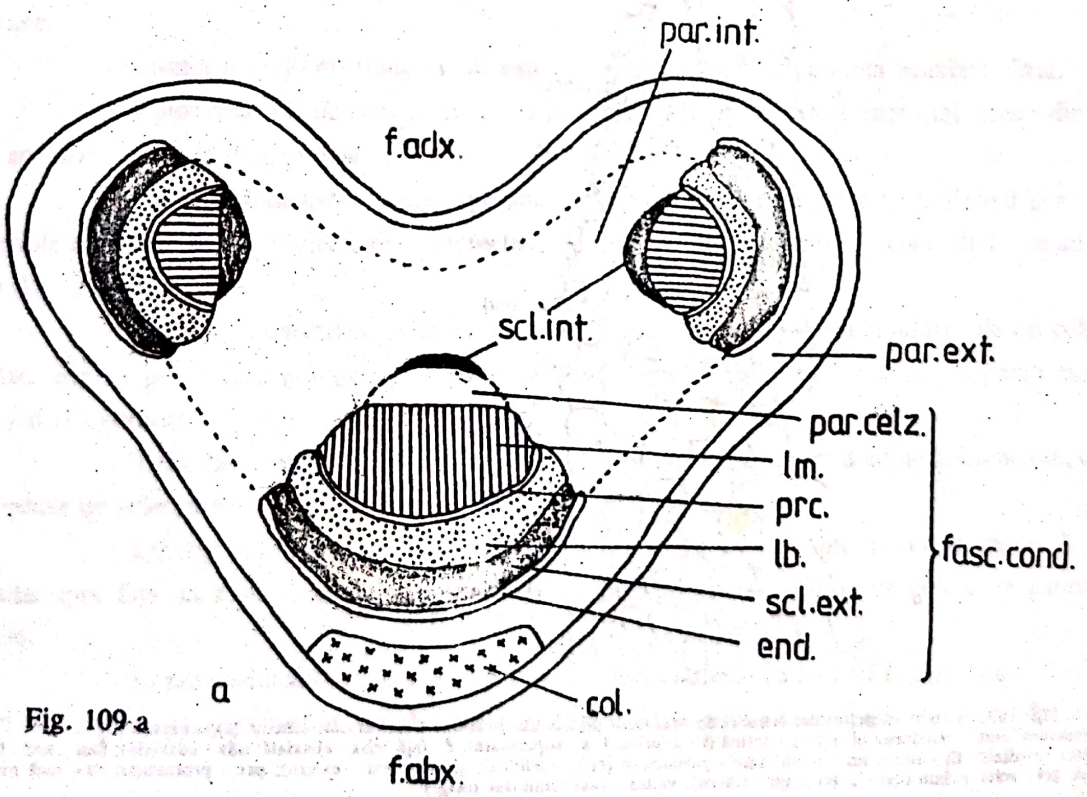
Conturul secţiunii transversale prin peţiol este cordiform, cu un şanţ larg la faţa adaxială.

Epiderma: celule izodiametrice cu peretele intern şi, mai ales, cel extern îngroşăţi, acesta din urmă fiind acoperit de o cuticulă subţire; din loc în loc se observă stomate şi peri tectori tricelulari.

Parenchimul extern: 4 - 5 straturi de celule asimilatoare, stratul hipodermic având celule cu pereţii uşor colenchimatizaţi; în dreptul fasciculului conducător median, 2- 3 straturi de parenchim sunt colenchimatizate.

Ţesutul conducător: 3 fascicule libero-lemnoase de tip colateral deschis, dispuse în triunghi: unul median - abaxial mai mare şi 2 latero - adaxiale mai mici, toate înconjurate de parenchim fundamental. La faţa externă a liberului şi lemnului se observă un arc (cordon) de elemente sclerenchimatice; unele celule de la periferia acestui arc conţin câte un cristal simplu de oxalat de calciu.

Liberul (orientat spre faţa abaxială) este format din tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul (orientat spre faţa adaxială), din şiruri radiare de vase, separate de celule de parenchim lemnos.



a

Fig. 109-a

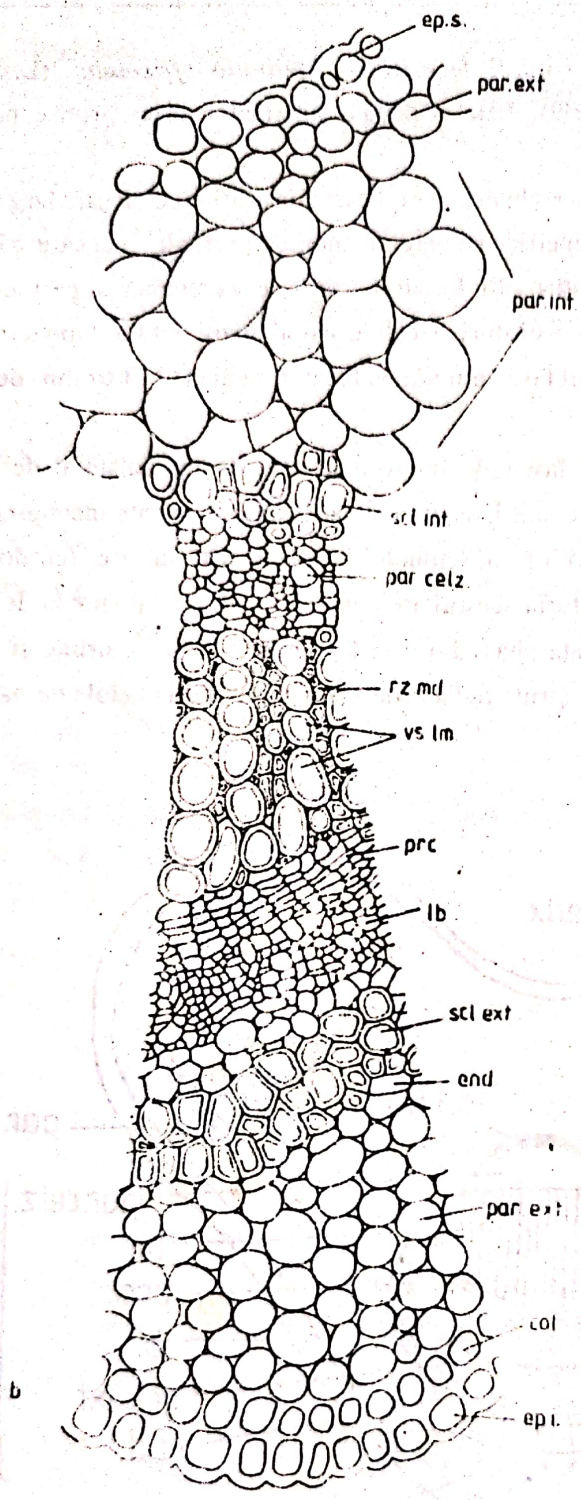


Fig. 109. **Structura peţiolului frunzei de *Melilotus officinalis***, secţiune transversală, schemă (a) şi detaliu (b): **col** - colenchim; **end** - endodermoid. **ep** - epidermă (**i** - inferioară; **s** - superioară); **f** - faţă (**abx** - abaxială; **adx** - adaxială); **fasc.cond** - fascicul conducător (median) **lb** - liber; **lm** - lemn. **par** - parenchim (**celz** - celulozic primar; **ext** - extern); **prc** - procambiu; **rz** - rază medulară lemnoasă; **scl** - sclerenchim (**ext** - extern; **int** - intern); **vs.lm** - vase lemnoase (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura peţiolului** frunzei de pătlagină - ***Plantago media*** **L.** - fam. *Plantaginaceae* (secţiune transversală)(fig. 110). Este o plantă dicotiledonată cu frunze ovat - eliptice, având nervaţiune arcuată.

Conturul secţiunii transversale prin peţiol are forma literelor V sau U, cu faţa adaxială concavă.

Epiderma: celule izodiametrice cu peretele extern moderat îngroşat şi acoperit de o cuticulă subţire.

Parenchimul fundamental: celule ce lasă între ele meaturi şi lacune aerifere mari; 2- 3 straturi de la faţa abaxială, ca şi marginile limbului sunt formate din celule de colenchim.

Ţesutul conducător: numeroase (până la 15) fascicule libero-lemnoase, alternând unele groase cu altele subţiri, toate înconjurate de câte un endodermoid, sub care se află ţesut sclerenchimatic.

Liberul (orientat spre faţa abaxială) cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul (orientat spre faţa adaxială), şiruri radiare scurte de vase, separate de celule de parenchim lemnos.

▲ **Structura peţiolului** frunzei de castan porcesc - ***Aesculus hippocastanum*** **L.** - fam. *Hippocastanaceae* (secţiune trasnversală)(fig. 111); plantă dicotiledonată lemnoasă cu frunze palmat - compuse.

Conturul secţiunii transversale este aproximativ circular, cu faţa adaxială plană.

Epiderma: celule izodiametrice cu peretele intern şi cel extern îngroşaţi, acesta din urmă fiind aproape în totalitate cutinizat.

Parenchimul extern: este aproape în intregime colenchimatizat, ramânând doar 2 - 3 straturi de celule cu pereţi subţiri spre fasciculele conducătoare, multe dintre ele conţinând câte un ursin de oxalat de calciu.

Ţesutul conducător: numeroase (până la 20) fascicule libero-lemnoase de tip colateral deschis, dispuse pe un cerc şi separate de raze medulare inguste, formate din celule cu pereţi moderat îngroşaţi şi lignificaţi.

Toate fasciculele prezintă la periferia liberului câte un arc (cordon) de sclerenchim; arcuri mai reduse de sclerenchim se observă şi la faţa internă a lemnului.

Liberul (orientat spre faţa abaxială) cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe. Lemnul (orientat spre faţa adaxială) este format din şiruri radiare de vase, separate de celule de parenchim lemnos.

În parenchimul central se află 2 fascicule medulare, cu lemnul faţă în faţă şi lipsite de arcuri de sclerenchim periliberian. Unele celule de parenchim conţin câte un ursin de oxalat de calciu.

Scanned with OKEN Scanner

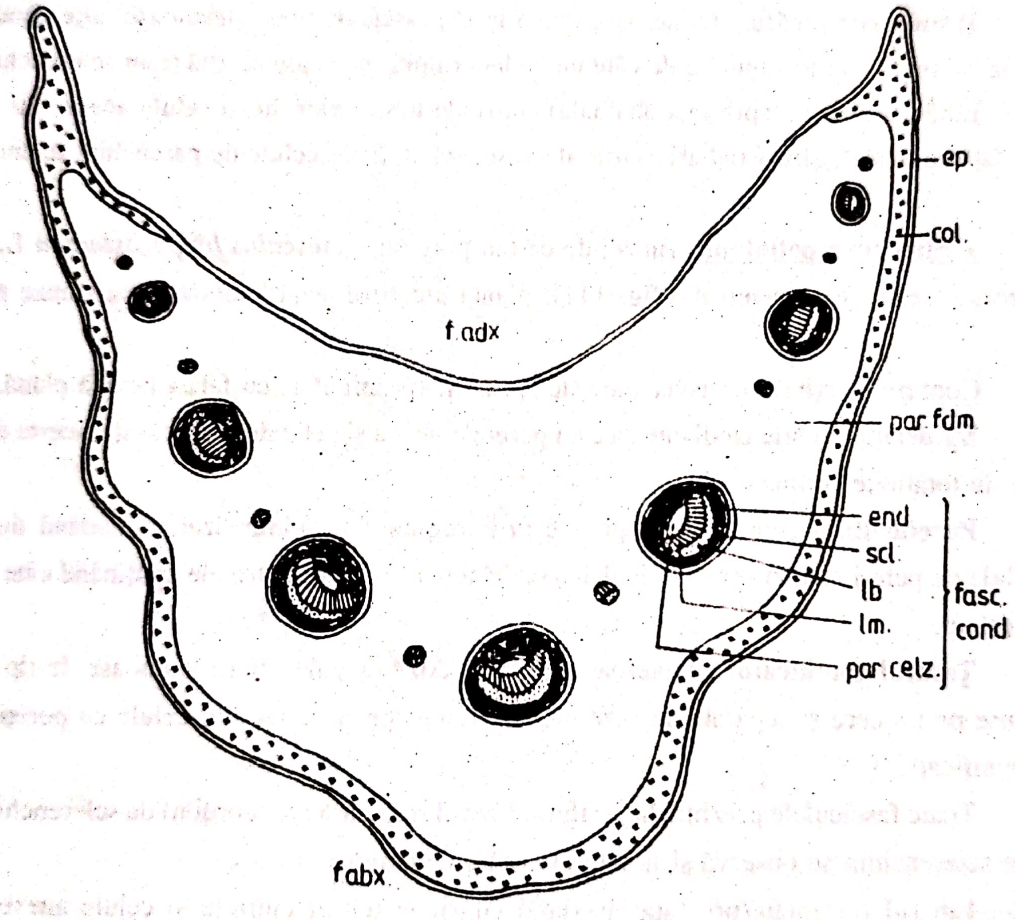


Fig. 110 Structura peţiolului frunzei de *Plantago media;* secţiune transversală, schemă:
col - colenchim; **end** - endodermoid; **ep** - epidermă; **f** - faţă (**abx** - abaxială; **adx** - adaxială); **fasc.cond** - fascicul conducător; **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**cel** - celulozic primar; **fdm** - fundamental); **prc** - procambiu; **scl** - sclerenchim (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

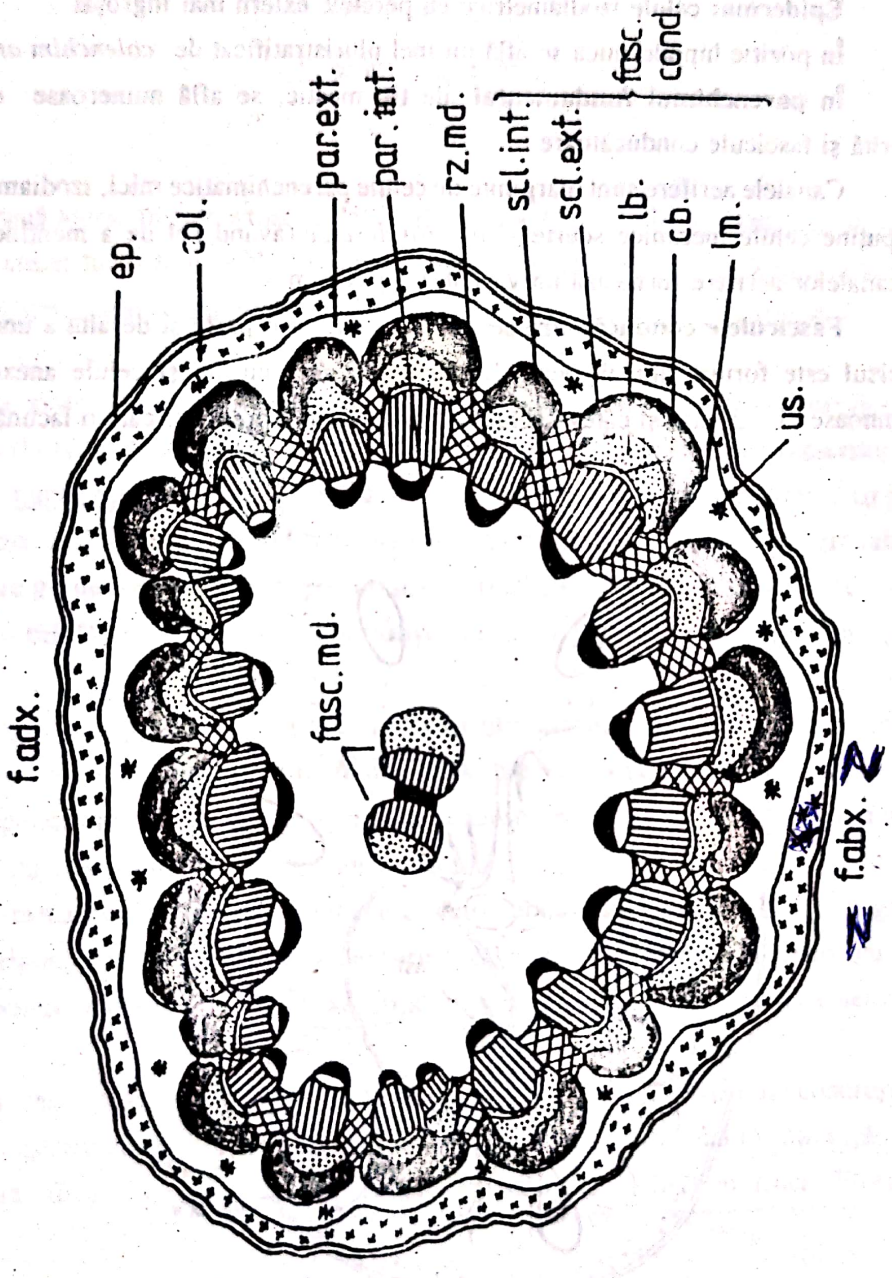


Fig. 111. Structura peţiolului frunzei de *Aesculus hippocastanum*; secţiune transversala, schemă: **cb** - cambiu; **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **f** - faţă (**abx** - abaxială; **adx** - adaxială); **fasc** - fascicul (**cond** - conducător; **md** - medular); **lb** - liber; **lm** - lemn; **par** - parenchim (**celz** - celulozic, primar; **ext** - extern; **int** - intern); **rz.md** - rază medulară; **scl** - sclerenchim (**ext** - extern; **int** - intern); **us** - ursin (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura peţiolului** frunzei de nufăr alb - ***Nymphaea alba*** **L.** - fam. *Nyphaeaceae* (secţiune transversală)(fig. 112): Este o plantă dicotiledonată acvatică, cu frunze ovat - subrotunde, natante.

Conturul secţiunii transversale prin peţiol este eliptic - circular.

Epiderma: celule izodiametrice cu peretele extern mai îngroşat.

În poziţie hipodermică se află un inel pluristratificat de *colenchim angular.*

În parenchimul fundamental, de tip meatic, se află numeroase *canale aerifere* de mărime diferită şi fascicule conducătoare.

Canalele aerifere sunt mărginite de celule parenchimatice mici, izodiametrice, printre care se observă puţine celule mecanice scurte - *asterosclereide* (având rol de a menţine canalul deschis). Totalitatea canalelor aerifere formează un veritabil aerenchim.

Fasciculele conducătoare se află, adesea, de o parte şi de alta a unor lacune acvifere. Fiecare fascicul este format din elemente liberiene (tuburi ciuruite şi celule anexe) şi foarte puţine elemente lemnoase (1 - 3 vase şi câteva celule de parenchim lemnos) şi câte o lacună acviferă.

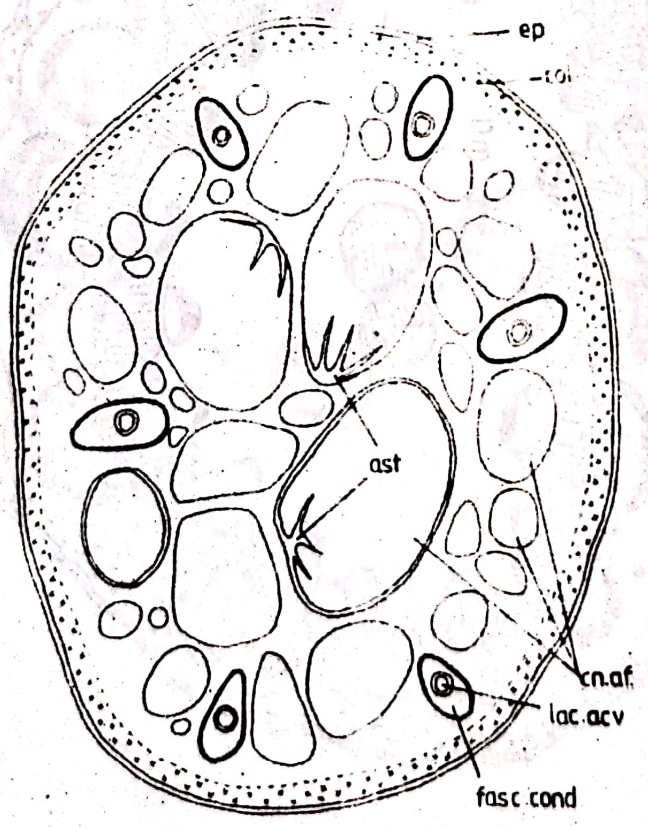


Fig. 112. Structura peţiolului frunzei de *Nympaea alba*; secţiune transversală, schemă:
ast - asterosclereide; **cn.af** - canal aerifer; **col** - colenchim; **ep** - epidermă; **fasc.cond** - fascicul conducător; **lac.acv** - lacună acviferă (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

*Morfologia şi anatomia organelor de reproducere**

1. FLOAREA

După teoria metamorfozei, elaborată de Goethe în 1790, floarea este un **microblast** cu creştere limitată, situat în axila unei frunze metamorfozate numită **bractee**. Floarea este caracteristică cormofitelor superioare, numite antofite, spermatofite sau fanerogame, care curpind gimnospermele şi angiospermele.

La *gimnosperme* (fig. 113), florile sunt unisexuate, lipsite de învelişuri florale şi grupate în conuri mascule (la baza lăstarilor de un an) şi conuri femele (la extremitatea ramurilor).

Conurile mascule prezintă o axă pe care sunt dispuse în spirală stamine cu pedicel foarte scurt şi anteră cu doi saci polinici, în care, prin meioză, se formează microspori sau granule de polen cu saci aeriferi; fiecare granulă de polen matură conţine, între altele, o celulă vegetativă (cu rol în formarea tubului polinic) şi o celulă generativă (cu rol în formarea celor doi gameţi masculi; numiţi spermatozoizi, adesea imobili).

Conurile femele, cu valoare de inflorescenţe, prezintă o axă pe care sunt dispuse în spirală carpele cu câte două **ovule** implântate parţial în ele; în fiecare ovul, prin meioză, iau naştere macrospori, din diviziunile repetate ale unuia din ei rezultând endospermul primar, în care se formează două arhegoane, fiecare cu câte un gamet femel numit oosferă.

În urma polenizării şi a fecundaţiei celor două feluri de gameţi (sifonogamie simplă) rezultă un ou sau zigot, din diviziunile căruia se formează embrionul; acesta, împreună cu endospermul primar şi integumentul ovulului formează **sămânţa**, organ neînchis în fruct (acesta neformându-se la gimnosperme).

La *angiosperme*, ovulul este de la început închis în **ovar**, format din concreşterea carpelei sau a carpelelor. După fecundaţie (o sifonogamie dublă), ovulul se transformă în **sămânţă**, iar ovarul se transformă în **fruct**; deci angiospermele sunt plante cu sămânţa închisă în fruct. Florile, pe lângă

---

* Acest capitol se tratează în mod detaliat la cursul de Botanică sistematică, atunci când se analizează reproducerea plantelor superioare. Aici vom insista doar pe alcătuirea generală a florii de angiosperme, inflorescenţe, sămânţă şi fruct.

Scanned with OKEN Scanner

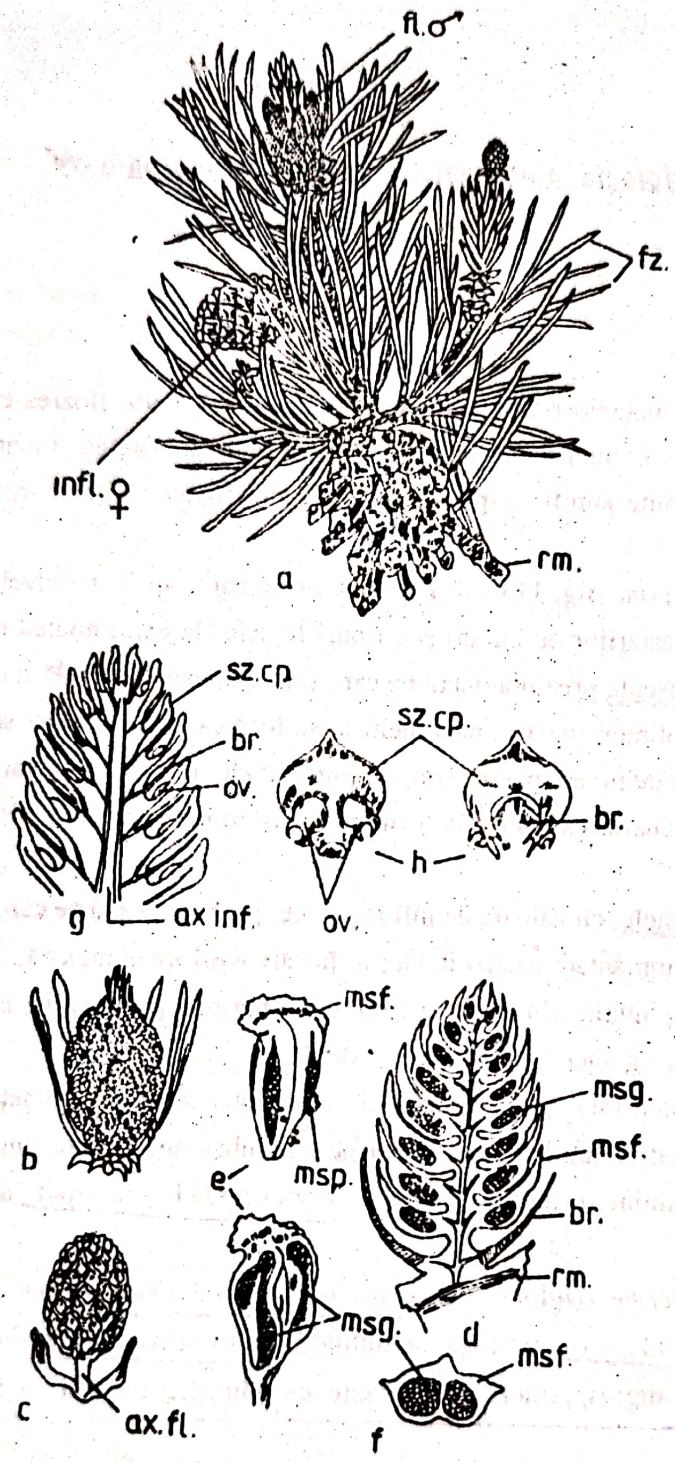


Fig. 113. "Floarea" la gimnosperme: a - ramură de *Pinus sylvestris* cu con mascul (♂) şi con femel (♀); b - racem de conuri mascule; c,d - con mascul, aspect general (c) şi în secţiune longitudinală (d); e - stamină cu saci polinici deschişi (sus) şi goliţi (jos); f - anteră în secţiune transversală; g - con femel secţionat longitudinal; h - con femel văzut ventral (stânga) şi dorsal (dreapta): ax - axă (fl - floare, inf - inflorescenţă); br - bractee; fl ♂ - floare masculă; fz - frunze; inf ♀ - inflorescenţă femelă; msf - microsporofilă; msg - microsporange; msp - microspori; rm - ramură; sz.ep - solz carpelar (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

elementele fertile (stamine, carpele), au adesea şi elemente cu rol protector (sepale, petale), ce alcătuiesc **periantul.**

a. Morfologie

O floare completă de angiosperme cuprinde, de la exterior spre interior, inserate pe receptacul: sepale (ce formează caliciul), petale (ce formează corola), stamine (ce formează androceul) şi carpele (ce formează gineceul); primele două sunt organe sterile cu rol protector, iar următoarele două sunt organe fertile, cu rol în reproducerea plantelor.

Repartiţia organelor sexuale în flori: flori hermafrodite, cu stamine şi carpele (la 80% din agiosperme) şi flori unisexuate, ori numai cu stamine, ori numai cu carpele); după localizarea acestora din urmă se cunosc trei categorii de plante: monoice (ce poartă flori mascule şi flori femele pe acelaşi individ: numeroşi arbori de pădure, porumbul ş.a.), dioice (indivizi numai cu flori mascule şi indivizi numai cu flori femele: salcie, plop, cânepă, hamei, urzică vie ş.a.) şi poligame (pe aceeaşi plantă cu flori hermafrodite se pot găsi ori flori mascule – castan porcesc, ori flori femele – lobodă, ori flori mascule şi femele – ricin).

Se cunosc şi **flori incomplete**: cu un înveliş floral (apetale – urzică vie, ulm, nuc; asepale – corn, iederă) sau fără nici un înveliş floral (nude – salcie, plop, piper).

Simetria florii: flori simetrice actinomorfe (regulate), ce admit o axă de simetrie (la cele mai multe plante) şi zigomorfe (neregulate), ce admit un plan de simetrie (labiate, leguminoase, compozee); flori asimetrice: absenţa axei sau a planului de simetrie este legată de avortarea anumitor piese florale (*Valerianaceae, Canna indica*).

Dispoziţia şi numărul pieselor florale:

– *flori ciclice* – cu toate piesele florale formând verticile sau cicluri (la majoritatea plantelor, cu caliciu, corolă, androceu şi gineceu); se cunosc plante cu flori tetraciclice şi pentaciclice – cu două verticile de stamine (caz general), triciclice (arţar), diciclice (cânepă), monociclice (salcie);

– *flori hemiciclice* – cu sepale şi petale în verticile sau cicluri, cu stamine şi carpele dispuse în spirală pe receptacul (multe ranunculacee);

– *flori aciclice* – cu toate piesele dispuse în spirală pe receptacul (magnoliacee).

În general, la dicotiledonate florile sunt pentamere, mai rar tetramere (crucifere), iar la monocotiledonate florile sunt trimere.

Scanned with OKEN Scanner

Reprezentarea grafică a florii

Formula florală: indică numărul de piese florale, utilizând litere (pentru cicluri), cifre (pentru piesele ciclului) şi alte semne convenţionale: K - caliciu; C - corolă; A - androceu; G - gineceu; P - perigon (sepale şi petale la fel colorate, numite împreună tepale); ♂ - floare masculă; ♀ - floare femelă; ⚥ - floare hermafrodită; ∞ - număr mare de piese florale; + verticile de piese de acelaşi fel; * - simetrie radiară (flori actinomorfe); % - simetrie după un plan (flori zigomorfe); 0 - verticil lipsă; ( ) - elemente concrescute în acelaşi verticil; [ ] - verticile concrescute; x - verticil modificat; $\bar{2}$ - ovar inferior (cifra variază); $\underline{2}$ - ovar superior (cifra variază) . Exemple:

- *piciorul cocoşului*: ***Ranunculus acer*** $*⚥K_5C_5A_\infty G_\infty$
- *ciuboţica cucului*: ***Primula officinalis*** $*⚥K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{(5)}$
- *mazăre*: ***Pisum sativum***: $\%⚥K_{(5)}C_{1+2+(2)}A_{(9)+1}G_1$
- *păpădie*: ***Taraxacum officinale***: $\%⚥K_x[C_{(5)}A_{(5)}]G_{(2)}$
- *cartof*: ***Solanum tuberosum*** $*⚥K_{(5)}C_{(5)}A_5G_{(2)}$
- *urzică moartă*: ***Lamium album***: $\%⚥K_{(5)}[C_{(5)}A_4]G_{(2)}$
- *măceş*: ***Rosa canina***: $*⚥K_5C_5A_\infty C_\infty$
- *rapiţă*: ***Sinapis arvensis***: $*⚥K_4C_4A_{4+2}G_{(2)}$
- *lalea*: ***Tulipa silvestris***: $*⚥P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$

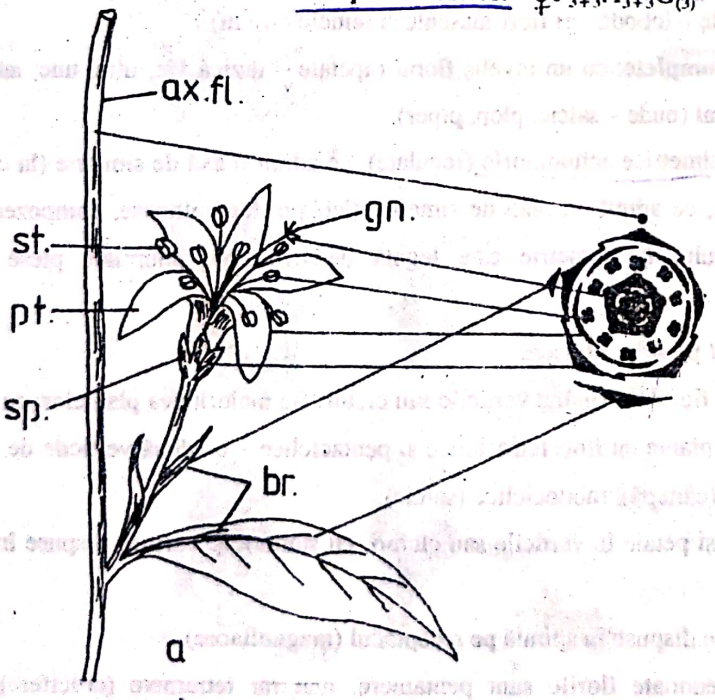


Fig.114 a - diagrama ipotetică: **ax.fl.** - axa florii; **br.** - bractei; **gn.** - gineceu; **pt.** - petală; **sp.** - sepală; **st.** - stamină

Diagrama florală (fig. 114): reprezintă o secţiune transversală schematică, trecând printr-un nivel mijlociu al florii, care cuprinde toate piesele florale; se folosesc anumite semne convenţionale: arcuri de cerc carenate la mijloc (sepale); arcuri de cerc necarenate (petale); scheme ale secţiunilor transversale prin anteră (stamine); schema secţiunii transversale prin ovar (gineceu); - piese reunite; o - cerc mic deasupra

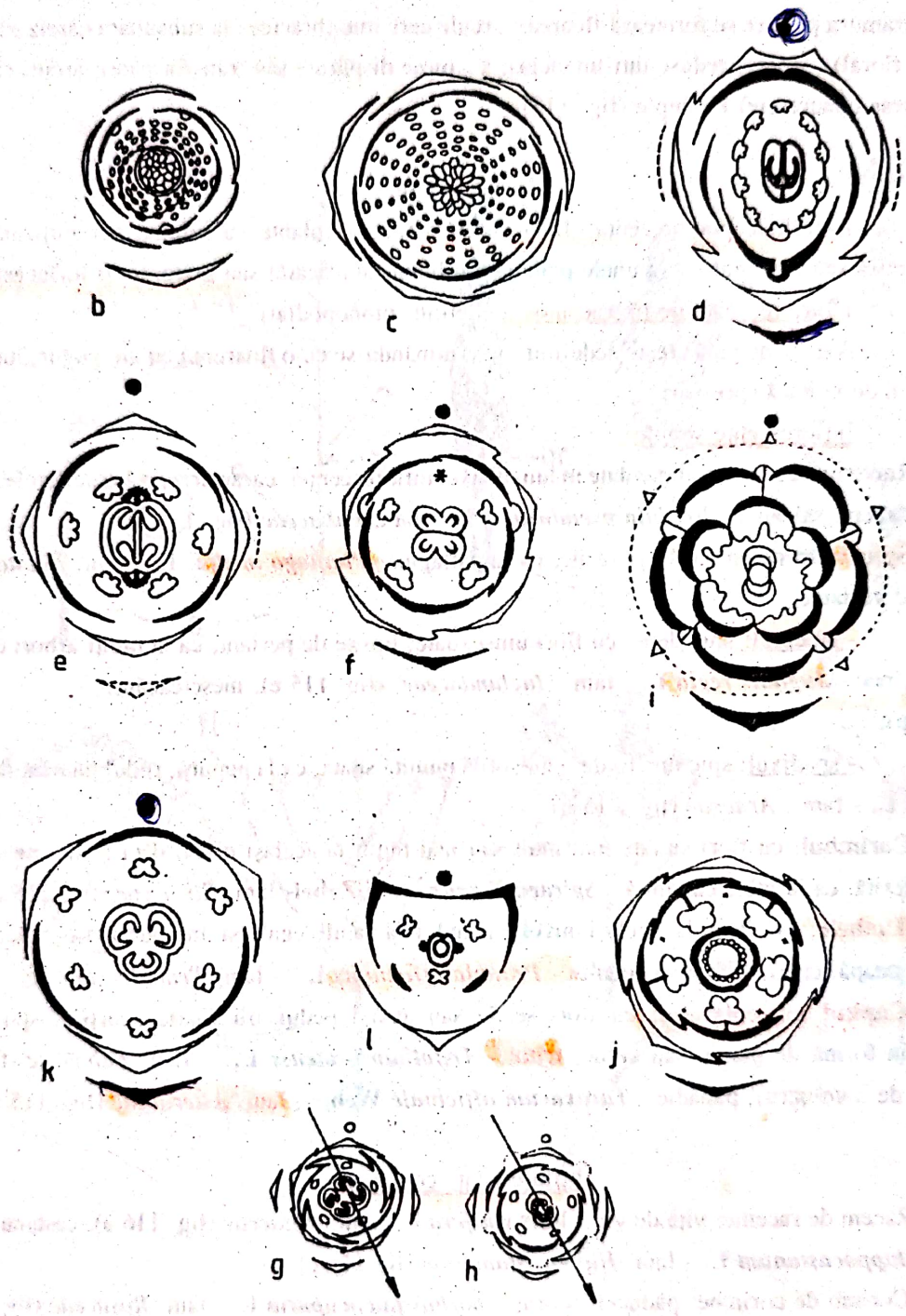


Fig. 114. **Reprezentarea grafică a florii la angiosperme:** a - diagrama ipotetică; b - k - tipuri de diagrame de la: ***b - Ranunculus acer; c - Rosa canina; d - Pisum sativum; e - Sinapis alba; f - Lamium album; g - Solanum tuberosum; h - Petunia hybrida; i - Taraxacum officinale; j - Primula officinalis; k - Lilium candidum; l - Triticum vulgare*** (d. Borzova şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

diagramei (ramura pe care se formează floarea); arc de cerc mic (bracteea la subsuoara căreia este inserat peducunlul floral);...(piese reduse într-un ciclu); x - piese dispărute sau transformate); arcuri simple, de legătură (piese concrescte) Exemple (fig. 114).

Inflorescenţe

Antofitele pot prezenta flori solitare (una la plante cu tulpină neramificată - lalea, ghiocel, narcisă sau mai multe - la unele plante cu tulpină ramificată) sau grupate în inflorescenţe.

1° Inflorescenţe de tip racemos (nedefinit, monopodial)

Axa principală creşte nedefinit, neterminându-se cu o floare, ci cu un mugur. Succesiunea înfloririi este de la bază spre vârf.

Inflorescenţe simple

a. Racemul: cu flori pedunculate în lungul axei inflorescenţei; caracterizează cruciferele, zambila, mălinul, sparceta, salcâmul -***Robinia pseudacacia*** **L.** - fam. *Fabaceae* (fig. 115 a).

b. Spicul: un racem cu flori sesile, ca la pătlagină -***Plantago media*** L. - fam. *Plantaginaceae* (fig. 115 b); variante:

- amentul: spic dens, cu flori unisexuate, lipsite de periant, ca la mulţi arbori de pădure (fag, stejar, nuc - ***Juglans regia*** **L.** - fam. *Juglandaceae* (fig. 115 c), mesteacăn, salcie, plop);

- spadixul: spic învelit de o hipsofilă numită spată, ca la păpură, rodul pământului -***Arum maculatum*** **L.** - fam. *Araceae* (fig. 115 h);

c. Corimbul: cu flori situate mai mult sau mai puţin la acelaşi nivel, deci având pedunculi de lungime diferită, ca la măr, cununiţă - ***Spiraea X vanhouttei*** **Zabel**- fam. *Rosaceae* (fig. 115 d).

d. Umbele: cu flori la acelaşi nivel, având pedunculi egali şi involucru de bractei, ca la rostopască, ceapă, cireş, ciubotica cucului - ***Primula officinalis*** **L.** - fam. *Primulaceae* (fig. 115 e).

e. Capitul sau calatidiu: cu flori sesile sau având pedunculi foarte scurţi, dispuse pe un receptacul în formă de platou sau conic, trifoi - ***Trifolium pratense*** **L.** - fam. *Fabaceae* (fig.115 f) (înconjurat de involucru), păpădie - ***Taraxacum officinale*** **Web.** - fam. *Asteraceae* (fig. 115 g).

Inflorescenţe compuse

a. Racem de raceme: viţa de vie - ***Vitis vinifera*** **L.**- fam. *Vitaceae* (fig. 116 a), castanul porcesc - ***Aesculus hippocastanum*** **L.** - fam. *Hippocastanaceae* (fig.115 c).

b. Corimb de corimbe: păducel, scorus - ***Sorbus aucuparia*** **L.** - fam. *Rosaceae* (fig. 116 b).

c. Spice de spiculeţe: numeroase graminee: grâu - ***Triticum aestivum*** **L.**(fig. 116 d), orz, secară, pir.

Scanned with OKEN Scanner

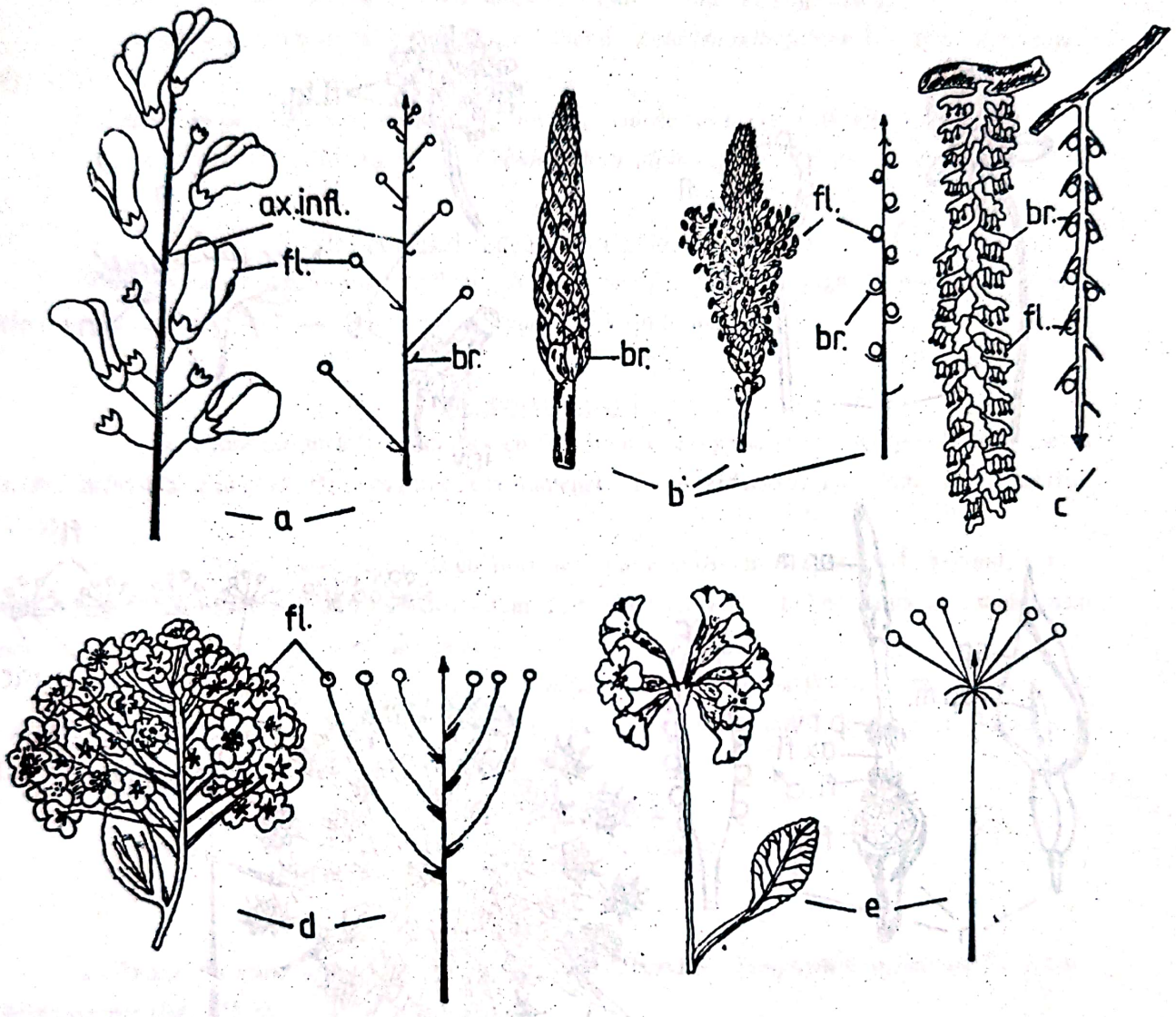


Fig. 115 . Inflorescenţe racemoase simple şi compuse:a - racem simplu - la ***Robinia pseudacacia;*** **b** - spic simplu la ***Plantago media;*** **c** - ament la ***Juglans regia;*** **d** - corimb simplu la ***Spirea x vanhouttei;*** **e** - umbelă simplă la ***Primula officinalis;*** **f** - capitul la ***Trifoliul pratense;*** **g** - calatidiu simplu la ***Taraxacum officinale*** (sus, văzut de faţă; jos, din profil); **h** - spadix la ***Arum maculatum*** (cu spată, stânga şi fără, dreapta); **i** - umbelă compusă (cu umbelule) la ***Daucus carota:***
ap.m - aparat de manifestare; **ax** - axă (**fl** - floare, **inf** - inflorescenţă); **br** - bractee; **fl** - floare (femelă ♀; masculă ♂; **lg** - ligulată); **inc** - involucel; **inv** - involucru; **sp** - spată (d. Flora RPR/RSR şi Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

fl.
br.
f
fl.lg.
fl.
g
inv.
inv.
ap.m.
sp.
ap.m.
p.rv.
ax.fl.
fl.♂
fl.♀
h
fl.
inc.
inv.
inv.
i

Fig. 115 f, g, h, i

d. Umbele de umbelule: umbelifere: morcov - ***Daucus carota*** **L.** (fig. 115 i).

e. Racem de spice: palmier.

f. Racem de umbele: iederă- ***Hedera helix*** **L.** - fam. *Araliaceae* (fig. 116 e).

g. Corimb de capitule (calatidii): coada şoricelului - ***Achillea millefolium*** **L.** - fam. *Asteraceae* (fig. 116 f).

h. Racem de spiculeţe lung pedunculate: unele graminee: ovăz, orez, firuţă, păiuş.

i. Capitul de capitule: floarea de colţi ***Leontopodium alpinum*** **Cass.** - famn. *Asteraceae* (fig. 116 g).

2⁰ Inflorescenţe de tip cimos (monopodial, definit)

Extermitatea axei se termină cu o floare. Au flori cu organizare centrifugă, dispuse în asa fel încât cele de ordin superior depăşesc ca lungime pe cele de ordin inferior.

Inflorescenţe simple

a. Cimă unipară (monocaziu): cu flori numai de o parte a axei: scorpioidă ca la mierea ursului; helicoidă ca la gladiolă; în evantai ca la stânjenel - ***Iris pseudacorus*** **L.** - fam. *Iridaceae* (fig. 117 a).

b. Cima bipară (dicaziu):cu flori de o parte şi de alta a axei, ca la begonii, cartof, garoafă, opaiţă - ***Silene alba*** **(Mill.) Krause** - fam. *Caryophyllaceae* (fig. 117 b); ca variantă menţionăm glomerulul de sfeclă, cu flori foarte apropiate.

c. Cimă multipară (pleiocaziu): cu verticil de ramificaţii sub floarea terminală, ca la alior - ***Euphorbia cyparissians*** **L.** - fam *Euphorbiaceae* (fig. 117 c), (numindu-se şi ciaţiu) şi ***Sedum acre*** **L.** - fam. *Crassulaceae* (fig. 117 d).

Inflorescenţe compuse

Cimă bipară de cime helicoidale, ca la amarilidacee.

3⁰ Inflorescenţe mixte

a. Racem de cime unipare scorpioide, ca la tătăneasă - ***Symphytum officinale*** **L.** - fam. ***Boraginaceae*** (fig. 118 a).

b. Racem de cime bipare, ca la liliac - ***Syringa vulgaris*** **L.** - fam. *Oleaceae* (fig. 118 b).

c. Spic de cime unipare helicoidale , ca la stânjenel - ***Iris germanica*** **L.** -fam. *Iridaceae*.

d. Spic de cime bipare, triflore, unisexuate, ca la mesteacăn - ***Betula verrucosa*** **Ehrh.** - fam. ***Betulaceae*** (fig. 118 c).

Scanned with OKEN Scanner

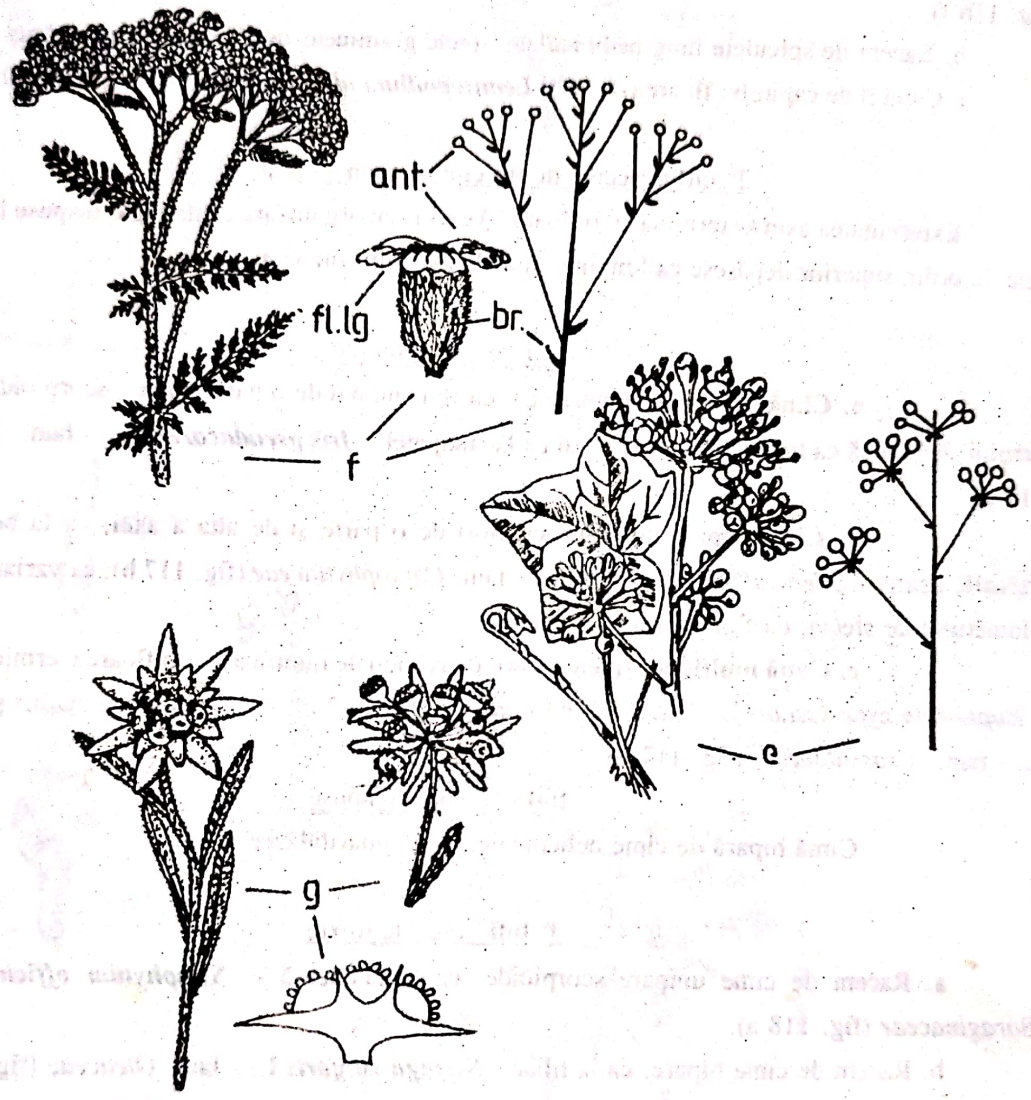


Fig. 116. Inflorescenţe racemoase compuse:a - racem de raceme la ***Vitis vinifera;*** **b** - corimb de corimbe la ***Sorbus aucuparia;*** **c** - racem de raceme cu cincire la ***Aesculus hippocastanum;*** **d** - spic de spiculete la ***Triticum aestivum*** (stânga - floare; mijloc - schemă; dreapta - fragment de spic); **e** - racem de umbele la ***Hedera helix;*** **f** - corimb de calatidii (capitule, antodii) la ***Achillea millefolium***; **g** - capitul de capitule la ***Leontopodium alpinum.***
ant - antodii; **br** - bractee; **cc** - călcâi; **fl lg** - floare ligulată; **gl** - glumă (**e** - externă; **i** - internă); **ld** - lodicule; **ov** - ovar; **rh** - rahis; **rm** - ram; **st** - stamine; **stg** - stigmate (a - d. Troli, b,c - d. Tarnavschi şi colab., d - d. Morlova; e, f, g - d. flora RSR şi Răvăruţ şi Turenschi)

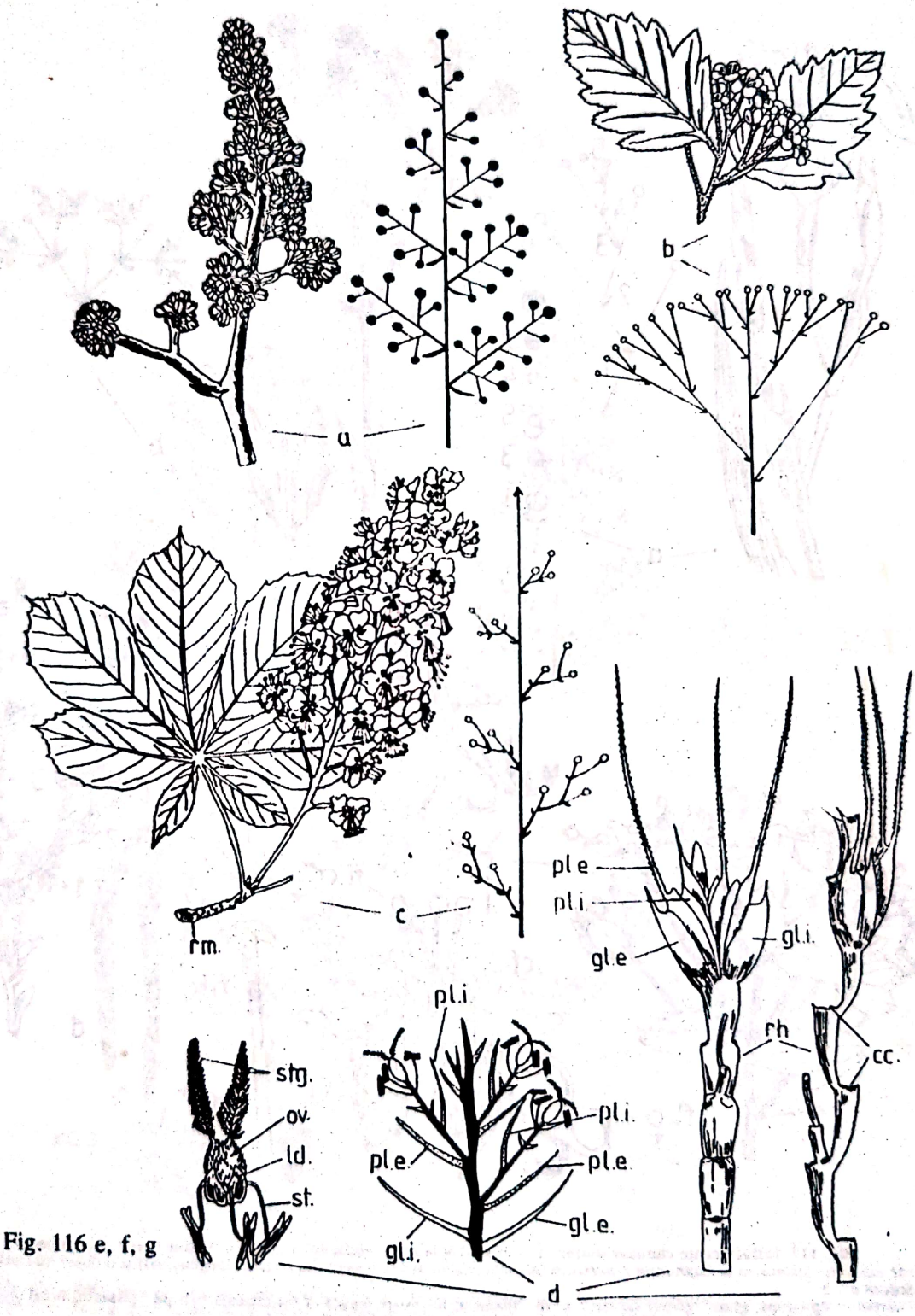


Fig. 116 e, f, g

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 117. Inflorescenţe cimoase simple: **a** - monocaziu la *Iris pseudacorrus* (scheme, văzute lateral şi în proiecţie); **b** - dicaziu la *Silene alba*; **c** - pleiocaziu la *Euphorbia cyparissias* (dreapta: ciaţiu, aspect general, în secţiune longitudinală şi o floare masculă); **d** - dicaziu la *Sedum acre*;
cf - carpofor; **cp** - cupă; **gl.nc** - glande nectarifere; **fil** - filament; **fl** - floare femelă (♀) şi masculă (♂); **pd** - pedunculul floral (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

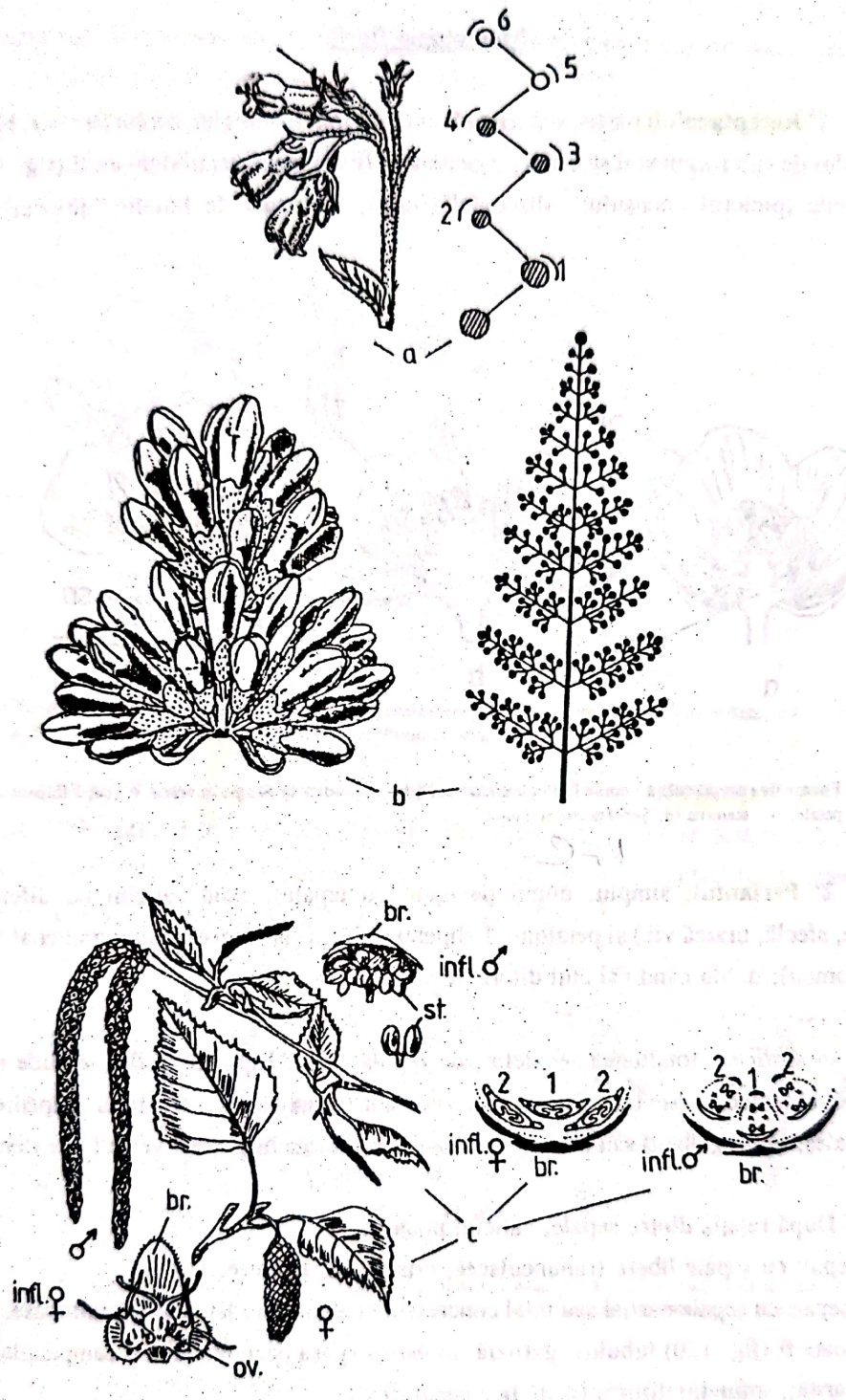


Fig. 118. Inflorescenţe cimoase compuse: a - racem de cime scorpioide la *Symphytum officinale;* b - racem de cime bipare la *Syringa vulgaris*; c - spic de cime bipare la *Betula pendula* (în dreapta, diagrame)(a,c - d. Tarnavschi şi colab; b - d. Troll)

Scanned with OKEN Scanner

Morfologia florii

1° Receptaculul: partea superioară umflată, lăţită, alungită, scobită a microblastului. Când există, internodul de sub receptacul se numeşte peduncul floral.Receptaculul poate fi (fig. 119): cilindric (micşunea), conic (piciorul cocoşului), discoidal (fragi), în formă de butelie (ghiocel) sau de cupă (măceş).

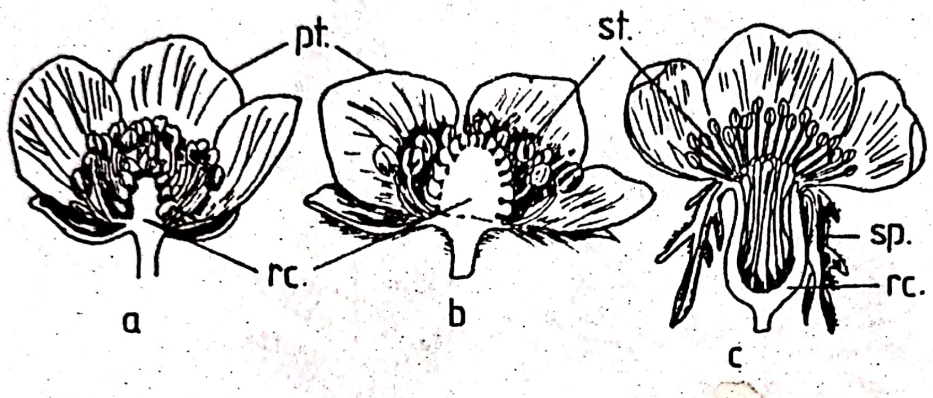


Fig. 119. Forme de receptacol: a - conic la *Ranunculus acer*, b - discoidale la *Fragaria vesca*; c - cupă (hipanţiu) la *Rosa canina*: rc - receptacul; pt - petale; st - stamine (d. Şerbănescu şi Toma)

K=C

2° Periantul: simplu, numit **perigon** (cu tepale), când caliciul nu diferă de corolă; sepaloid (ştevie, sfeclă, urzică vie) şi petaloid: dialipetal (lalea, crin, viorea) sau gamotepal (lăcrămioară, pecetea lui Solomon); dublu când caliciul diferă de corolă.

a. Caliciul: totalitatea sepalelor, de regulă verzi. Lipseşte la florile nude (salcie, plop, frasin, graminee, ciperacee), este transformat în peri ce vor forma papusul fructelor (păpădie, pălămidă), este petaloid (galeş, nufăr galben) sau este dublu (fragi, coada racului), când verticilul extern se numeşte **calicul.**

După relaţia dintre sepale, caliciul poate fi:

- dialisepal: cu sepale libere (ranunculacee, cruciferee, rozacee..)
- gamosepal: cu sepale parţial sau total concrescute (solanacee, labiate, leguminoase, primulacee, gentianacee); poate fi (fig. 120) tubulos: garoafă, globulos (guşa porumbelului), campanulat (genţiană), urceolat (măsălariţă), infundibuliform (ciuboţica cucului).

b. Corola: totalitatea petalelor, având altă culoare decât verde, datorită antocianilor din

K = fot. sep. T dialisepal
gamosepal

C = fot. pet.

vacuole şi pigmenţilor din carotenoidoplaste. Lipseşte la plantele apetale (stejar, alun, graminee).

După relaţia dintre petale, corola poate fi:

- dialipetală: cu petale libere (ranunculacee, rozacee, crucifere, umbelifere)
- gamopetală: cu petale parţial sau total concrescute (solanacee, boraginacee, labiate, primulacee, compozee).

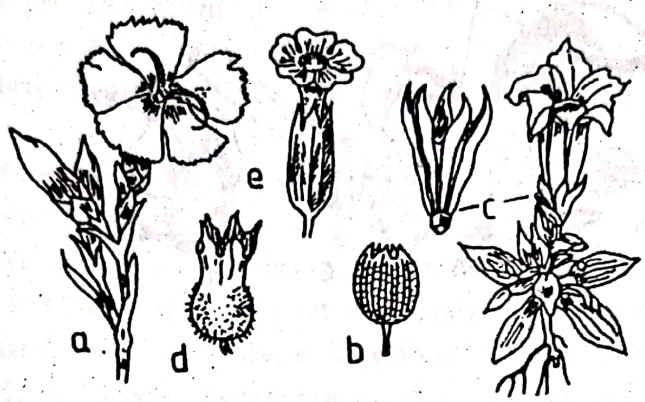


Fig. 120. Forme de caliciu: a - tubulos la *Dianthus carthusianorum*; b - globulos la *Silene inflata*; c - campanulat la *Gentiana excisa*; d - urceolat la *Hyoscyamus niger*; e - infundibuliform la *Primula officinalis* (d. Grinţescu)

După simetrie, corola poate fi : **actinomorfă** (fig. 121): tubuloasă (floarea soarelui), infundibuliformă (volbură); campanulată (clopoţei); urceolată (afin); rotată (cartof); hipocrateriformă (liliac); **zigomorfă** (fig. 122): bilabiată (labiate), personată (gura leului), ligulată (compozee, liguliflore); la leguminoase corola este tot zigomorfă, papilionată, dar dialipetală.

Fig. 121. Forme de corolă actinomorfă: a - tubuloasă la *Helianthus annuus*; b - infundibuliformă la *Convolvulus arvensis*; c - campanulată la *Campanula rotundifolia*; d - urceolată la *Vaccinium myrtillus*; e - rotată la *Solanum tuberosum*; f - hipocrateriformă la *Syringa vulgaris* (d. Grinţescu)

Petalele pot fi (fig. 123): orbiculare (piciorul cocoşului), ovat - lanceolate (nufărul alb), ungviculate (micşunea), bilobate (unele cariofilacee şi crucifere) tetralobate (floarea cucului), în formă

A = stamine < diali - / gamo -) stemon
G = tot carpele
[diali / gamo) carp

de cornet, pinten sau cască (caldăruşă, toporaşi, omag, spânz, linariţă, gura leului, orhidee).

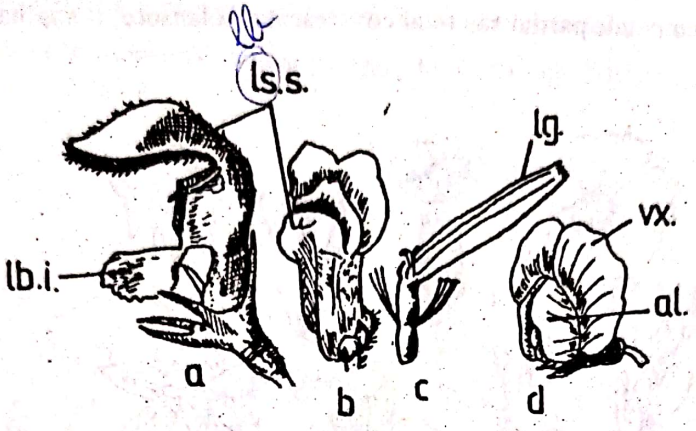


Fig. 122. Forme de corolă zigomorfă: a - labiată la ***Lamium maculatum;*** **b** - personată la ***Antirrhium majus;*** **c** - ligulată la ***Taraxacum officinalis;*** **d** - papilionată la ***Pisum sativum:***
al - **allae**; **lg** - **ligulă**; **lb** - labiu (**i** - inferior; **s** - superior) **vx** - vexil (d. Grinţescu, Tarnavschi şi colab.)

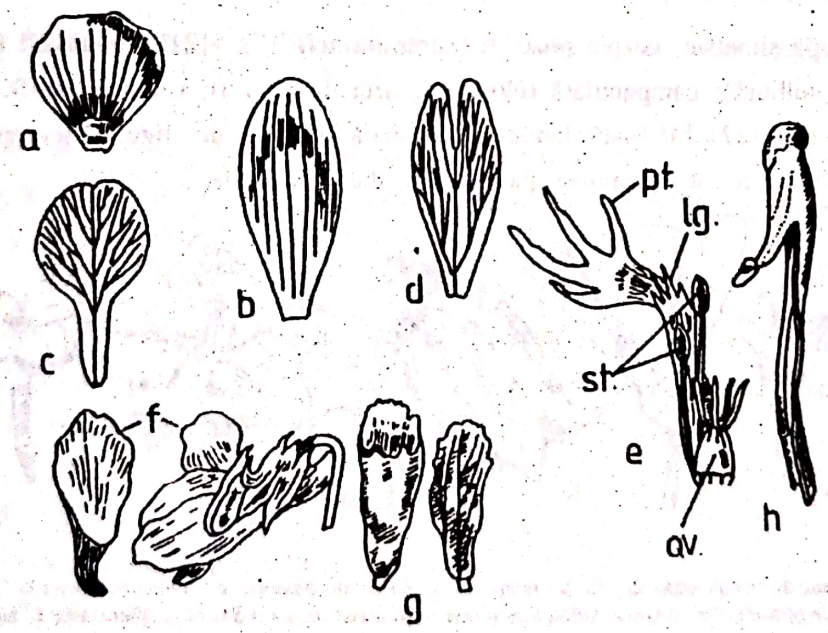


Fig. 123 Forme de petale: a - orbiculată la ***Ranunculus acer;*** **b** - ovat-lanceolată la ***Nymphaea alba;*** **c** - **unguiculată** la ***Cheiranthus cheiri;*** **d** - bilobata la ***Stellaria media;*** **e** - tetralobată la ***Lychnis flos-cuculi;*** **f, g, h** - transformate în cornete nectarifere; **f** - ***Viola odorata;*** **g** - ***Helleborus niger;*** **h** - ***Aconitum napellus.***
lg - ligulă; **ov** - ovar; **pt** - petale; **st** - stamine (d. Grinţescu)

Scanned with OKEN Scanner

3° Organele reproducătoare

a. Androceul: totalitatea staminelor (formate din filament şi anteră) care pot fi egale sau inegale după lungimea filamentelor (fig. 124): 2 lungi şi 2 scurte (androceu didinam: labiate), 4 lungi şi 2 scurte (androceu tetradinam: crucifere).

După relaţia dintre stamine, androceul poate fi:

- dialistemon : cu stamine libere (la cele mai multe plante);
- gamostemon (fig. 125): cu stamine unite: fie prin filamente (androceu: monodelf la malvacee, diadef la leguminoase, triadelf la sunătoare, pentadelf la tei); fie prin antere (androceu sinanter la compozee).

Staminele se pot însera pe receptacul (caz obişnuit) sau pe tubul corolei gamopetale (labiate, primulacee). Antera are două loje, fiecare cuprinzând adesea doi saci polinici, în care se vor forma granulele de polen (în care vor lua naştere câte doi gameţi masculi imobili, numiţi spermatii).

b. Gineceul (pistilul): totalitatea carpelelor, formate din ovar, stil şi stigmat. Poate fi monocarpelar (papilionacee, prunoidee, urticacee) sau pluricarpelar (la marea majoritate a plantelor), totdeuna carpelele fiind concrescute prin marginile lor şi între ele în cel de al doilea caz (când gineceul are carpelele unite).

După relaţia dintre carpele, gineceul pluricarpelar poate fi:

- dialicarp sau apocarp (ranunculacee, unele rozacee);
- gamocarp, cenocarp, sau sincarp; la rândul său acesta poate fi:
  - eusincarp, plurilocular, cu carpelele sudate până în centru (liliacee, iridacee, amarilidacee); - paracarp, unilocular, cu carpelele sudate doar la exterior (violacee); lisicarp, unilocular, cu carpelele sudate până în centru, după care liniile de sudură se lizează (primulacee).

Gineceul pluricarpelar poate fi format din: 2 carpele (umbelifere, labiate, boraginacee, compozee, graminee), 3 carpele, 5 carpele (cariofilacee, primulacee), numeroase carpele (ranunculacee, multe rozacee)

Stigmatul poate fi (fig. 126): papilos (caz general), globulos (cartof, ciuboţica cucului), scobit (şofran, toporaşi), bifid (compozee, labiate), trifid (liliacee), foliaceu (stânjenel), filiform (pătlagină), discoidal - stelat (mac), plumos sau penat - păros (grâu).

Stilul poate fi: absent (mac), redus (piciorul cocoşului, lalea), lung (caz obişnuit), foarte lung (porumb). După lungimea stilului, florile pot fi homostile (caz obişnuit) sau heterostile: brevistile (flori cu stil scurt şi stamine lungi) şi longistile (flori cu stil lung şi stamine scurte), ca la ciuboţica cucului (fig. 127), hrişcă.

Ovarul este partea bazală, mai umflată, a carpelei (pistilului), în care se formează

Scanned with OKEN Scanner

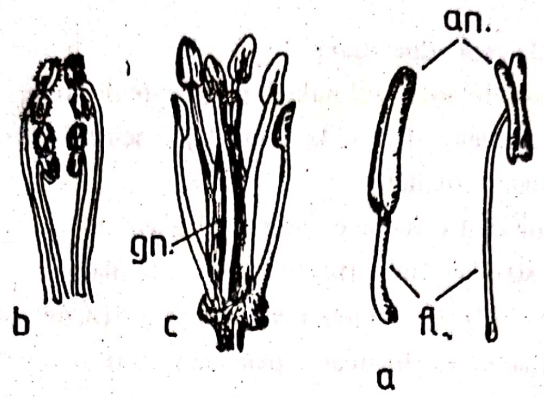


Fig. 124. Alcătuirea unei stamine (a) şi tipuri de androceu dialistemon: b - didinam la *Lamium maculatum;* c - tetradinam la *Sinapis arvensis*:
an - antere; fl - filament; gn - gineceu (d. Grinţescu)

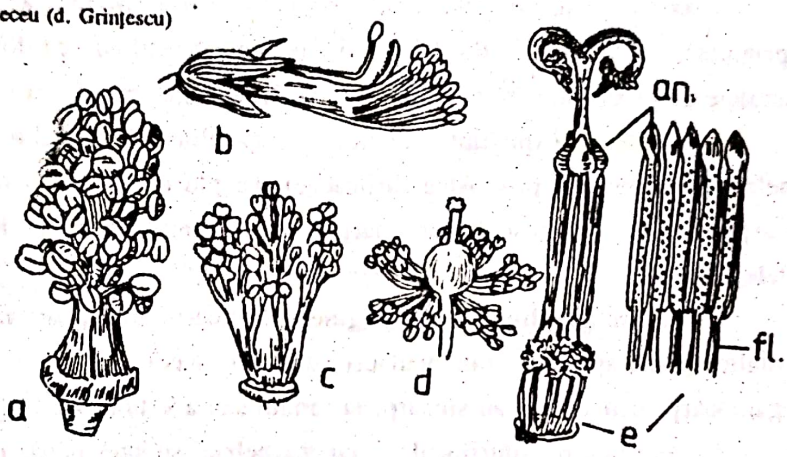


Fig.125. Tipuri de androceu gamostemon şi sinanter:a monadelf la *Althaea officinalis;* **b** - diadef la *Pisum sativum;* **c** - triadef la *Hypericum perforatum;* **d** - pentadelf la *Tilia tomentosa;* **e** - sinanter la *Taraxacum officinale:*
an antere; fl - filament (d. Grinţescu)

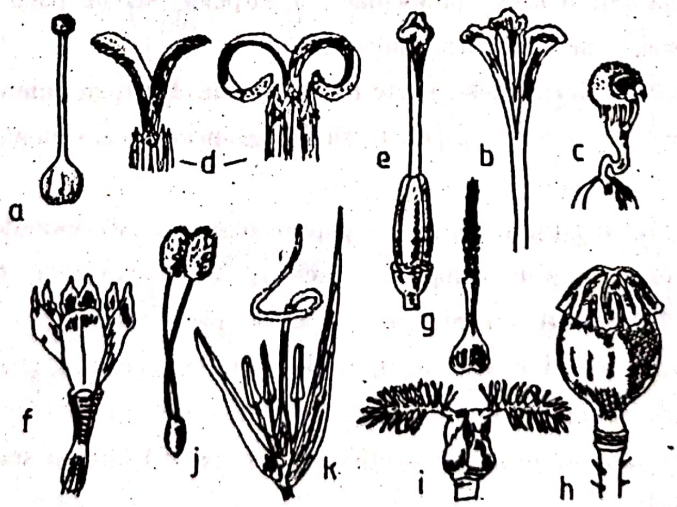


Fig. 126. Forme de stigmate: **a** - globulos la *Primula officinalis;* **b** - trifid şi scobit la *Crocus sativus*; **c** - scobit la *Viola tricolor*; **d** - bifid la *Arnica montana;* **e** - trifid la *Lilium candidum;* **f** - foliaceu la *iris germanica; g* - filiform la *Plantago lanceolata*; **h** - discoidal - stelat la *Papaver somniferum*; **i** -penat-păros la *Festuca pratensis;* **j** - papilos la *Stelaria glauca;***k** - filiform la *Nardus stricta* (d. Grinţescu)

Scanned with OKEN Scanner

unul sau mai multe ovule, fiecare având în sacul embrionar 7 celule, din care una reprezintă gametul femel, numit oosferă.

După relaţia gineceului cu alte părţi ale florii şi cu receptaculul, ovarul poate fi (fig. 128):

- *superior*: liber în centrul florii, deasupra caliciului, corolei şi androceului, florile numindu-se hipogine (ranunculacee, crucifer, leguminoase, liliacee);

După relaţia dintre carpele, gineceul pluricarpelar poate fi:

- dialicarp sau apocarp (ranunculacee, unele rozacee);
- gamocarp, cenocarp, sau sincarp; la rândul său acesta poate fi:
  - eusincarp, plurilocular, cu carpelele sudate până în centru (liliacee, iridacee, amarilidacee): - paracarp, unilocular, cu carpelele sudate doar la exterior (violacee); lisicarp, unilocular, cu carpelele sudate până în centru, după care liniile de sudură se lizează (primulacee).

Gineceul pluricarpelar poate fi format din: 2 carpele (umbelifere, labiate, boraginacee, compozee, graminee), 3 carpele, 5 carpele (cariofilacee, primulacee), numeroase carpele (ranunculacee, multe rozacee)

Stigmatul poate fi (fig. 126): papilos (caz general), globulos (cartof, ciuboţica cucului), scobit (şofran, toporaşi), bifid (compozee, labiate), trifid (liliacee), foliaceu (stânjenel), filiform (pătlagină), discoidal - stelat (mac), plumos sau penat - păros (grâu).

Stilul poate fi: absent (mac), redus (piciorul cocoşului, lalea), lung (caz obişnuit), foarte lung (porumb). După lungimea stilului, florile pot fi homostile (caz obişnuit) sau heterostile: brevistile (flori cu stil scurt şi stamine lungi) şi longistile (flori cu stil lung şi stamine scurte), ca la ciuboţica cucului (fig. 127), hrişcă.

Ovarul este partea bazală, mai umflată, a carpelei (pistilului), în care se formează unul sau mai multe ovule, fiecare având în sacul embrionar 7 celule, din care una reprezintă gametul femel, numit oosferă.

După relaţia gineceului cu alte părţi ale florii şi cu receptaculul, ovarul poate fi (fig. 128):

- *superior*: liber în centrul florii, deasupra caliciului, corolei şi androceului, florile numindu-se hipogine (ranunculacee, crucifer, leguminoase, liliacee);
- *semiinferior*: adâncit în receptacul, fără să concrească cu el, florile numindu-se perigine (prunoidee)
- inferior (cel mai evoluat): adâncit în receptacul, cu care concreşte, florile numindu-se epigine (cucurbitacee, campanulacee, compozee)

Scanned with OKEN Scanner

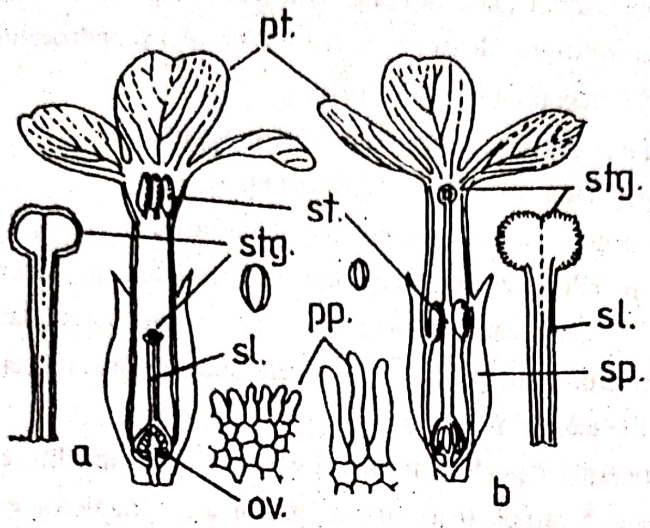


Fig. 127 Floare gamosepală şi gamopetală de *Primula officinalis*: a - floare brachistilă; b - floare longistilă; pp - papile; ov - ovar; pt - petale; st - stil; sp - sepale; st -stamine; stg - stigmat (d Grinjescu)

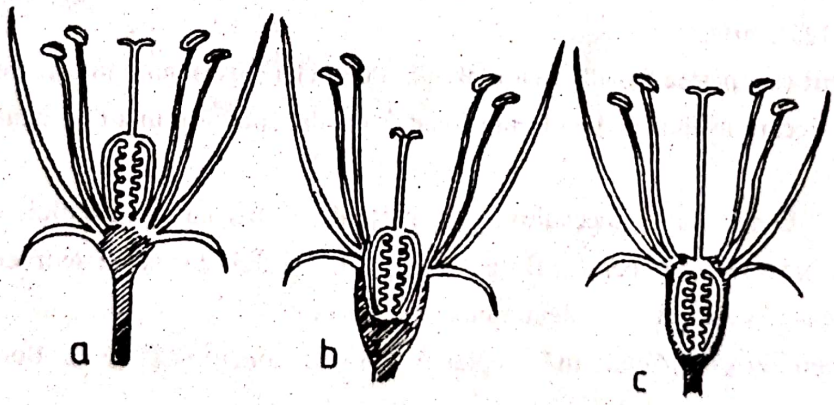


Fig. 128.Tipuri de ovar în relaţie cu receptaculul şi piesele florale: a - superior; b - semiinferior; c - inferior (d. Răvăruţ şi Turenschi)

Analize florale

▲ **Floare dialisepală şi dialipetală** de piciorul cocoşului - ***Ranunculus acer* L.** - fam. *Ranunculaceae* (fig. 129): plantă dicotiledonată cu flori pedunculate solitare.

- Pedunculul floral se termină cu un receptacul conic.
- Sepalele (5) sunt triunghiular - alungite, de culoare verde, dispuse în verticil
- Petalele (5) sunt orbiculare, de culoare galbenă, cu un solz nectarifer la bază, dispuse în verticil.
- Staminele (numeroase) sunt dispuse în spirală pe receptacul şi au culoare galbenă.
- Carpelele (numeroase) sunt lipsite de stil, neconcrescute între ele, de culoare verde, dispuse în spirală pe receptacul şi cu un singur ovul în ovar; formează un gineceu apocarp.

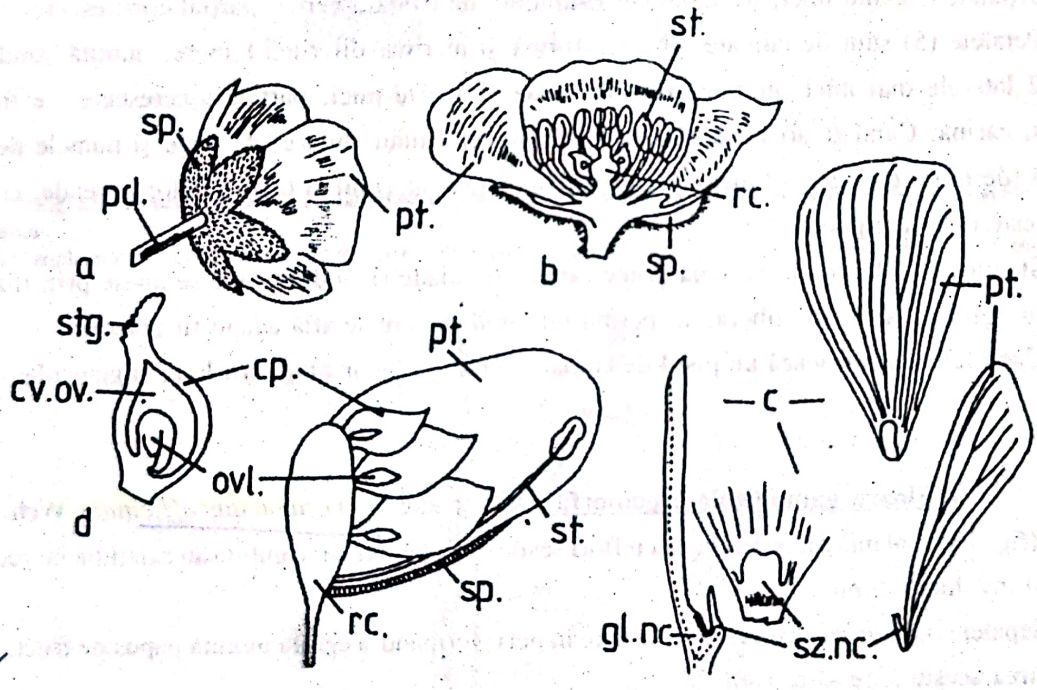


Fig. 129. Floare dialisepală şi dialipetală de *Ranunculus acer*: a - văzută dorsal; b - secţionată longitudinal (stânga jos, schematizată); c - petale văzute ventral (mijloc) şi din profil (lateral); d - carpelă secţionată longitudinal:
cp - carpele; cv.ov - cavitate ovariană; gl.nc - glandă nectariferă; ov - ovule; pd - pedunculul floral; pt - petale; rc - receptacul; sp -sepale; st - stamine; stg - stigmat; sz.nc - solz nectarifer (d. Tarnavschi şi colab., modificat)

▲ **Floare gamosepală şi gamopetala** de ciubotica cucului - ***Primula officinalis* L.** - fam. *Primulaceae* (fig. 127): plantă dicotiledonată cu flori pedunculate, grupate într-o umbelă simplă.

- Pedunculul florii se termină cu un receptacul foarte scurt şi uşor lăţit.

Scanned with OKEN Scanner

- Sepalele (5) sunt de culare verde deschis şi formează un tub, fiind concrescute pe cea mai mare parte din lungimea lor.

- Petalele (5) sunt de culoare galbenă şi formează un tub terminat cu un disc, pe margine cu 5 lobi divizaţi.

- Staminele (5) se inseră pe tubul corolei, fiind situate - la diferiţi indivizi - deasupra sau sub nivelul stigmatului (fenomen de heterostilie, ce favorizează polenizarea încrucişată).

- Carpelele (5) sunt unite într-un gineceu cenocarp - lisicarp, cu o coloană placentară centrală, de care se prind numeroase ovule; ovarul este umflat - alungit, stilul lung şi stigmatul globulos.

▲ **Floare gamosepală şi dialipetală zigomorfă** de mazăre - ***Pisum sativum* L.** - fam. *Fabaceae* (fig. 130): plantă dicotiledonată cu florile dispuse câte 2-3 la subsuoara frunzelor.

- Sepalele (5) sunt mici, triunghiular - alungite, de culoare verde, parţial concrescute.

- Petalele (5) sunt de culoare albă, de formă şi mărime diferite: 1 mare, numită stindard sau vexilum; 2 laterale mai mici, numite aripi sau allae; 2 foarte mici, parţial concrescute, ce formează luntriţa sau carina. Când floarea este deschisă are aspectul unui fluture, de unde şi numele de corolă papilionată (de la fr. *papillon* - flutre). Datorită dispoziţiei, mărimii şi formei celor 5 petale, corola de la mazăre este numită zigomorfă.

- Staminele (10) formează două grupe (androceu diadelf): 9 dintre ele se unesc prin filamente, realizând un jgheab, iar 1 este liberă, acoperind jgheabul în care se află adăpostit gineceul.

- Carpelele (1) formează un pistil de culoare verde, cu ovar lung, stil lung şi geniculat, stigmat penicilat.

▲ **Floare gamopetală zigomorfă** de păpădie - ***Taraxacum officinale* Web.** - fam. *Astraceae* (fig. 131): plantă dicotiledonată cu flori sesile grupate într-un capitul sau calatidiu cu receptacul discoidal şi involucru dublu.

- Sepalele (numeroase) sunt transformate în peri, formând o egretă numită papus pe fruct, servind la răspândirea acestuia de către vânt.

- Petalele (5) sunt de culoare galbenă, unite într-un tub bazal foarte scurt şi de culoare albicioasă, ce se continuă cu o ligulă laterală, terminată cu 5 dinţi, de unde şi numele de corolă ligulată dat compozeelor din grupa liguliflorelor.

- Staminele (5) sunt de culoare galbenă şi se inseră pe tubul corolei, având filamentele libere şi anterele unite într-un tub, prin care iese stilul gineceului; un asemenea androceu se numeşte sinanter.

- Carpelele (2) sunt unite într-un gineceu cenocarp, având ovar globulos, inferior (infipt în receptaculul dicoidal), stil lung şi stigmat bifid (bilobat).

Scanned with OKEN Scanner

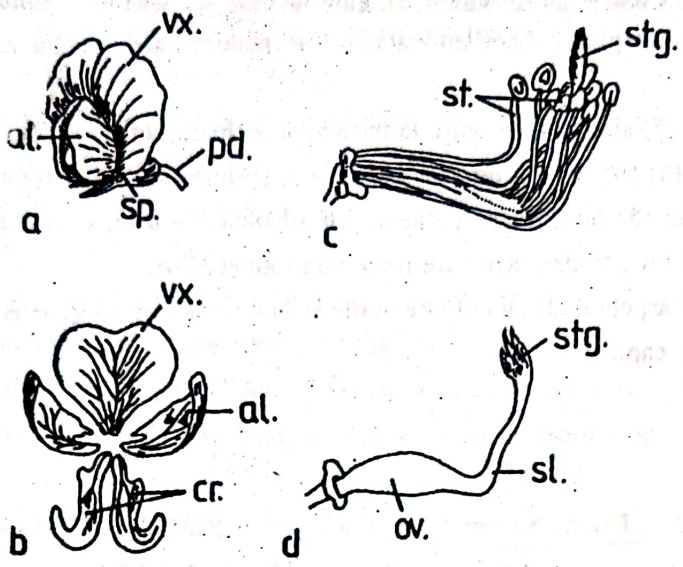


Fig. 130. Floare gamosepală şi dialipetală zigomorfă de *Pisum sativum:* a - văzută din profil; **b** - corola desfăcută; **c** - androceu; **d** - gineceu:
al - allae (aripioare); **cr** - carina; **ov** -ovar; **pd** - peduncul floral; **sl** - stamine; **st** - stigmat; **vx** - vexil (d. Tarnavschi şi colab., Grinţescu)

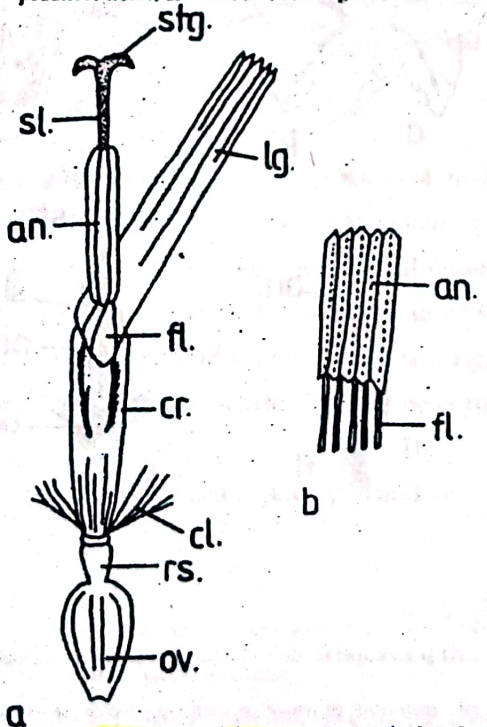


Fig. 131. Floare gamosepală zigomorfă de *Taraxacum officinale*: a - văzută de faţă; **b** - androceu desfăcut:
an - antere: **cl** - caliciu (papus); **cr** - tubul corolei; **fl** - filament; **lg** - ligulă; **ov** - ovar; **rs** - rostru; **sl** - stil; **stg** - stigmat (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Floare gamosepală şi gamopetală** de cartof - ***Solanum tuberosum*** **L.** - fam. ***Solanaceae*** (fig. 132): plantă dicotiledonată cu flori pedunculate, grupate adesea în inflorescenţe axilare cimoase.

- Sepalele (5) sunt parţial unite la bază şi au culoare verde.
- Petalele (5) sunt unite, de culoare violetă, formând o corolă rotată
- Staminele (5) au culoare galbenă, cu filamente scurte, prinse de corolă şi antere alungite, aderente, formând un cilindru prin care trece stilul gineceului.
- Carpelele (2) au culoare verde şi sunt unite într-un gineceu cenocarp, cu ovar globulos, stil lung şi stigmat capitat.

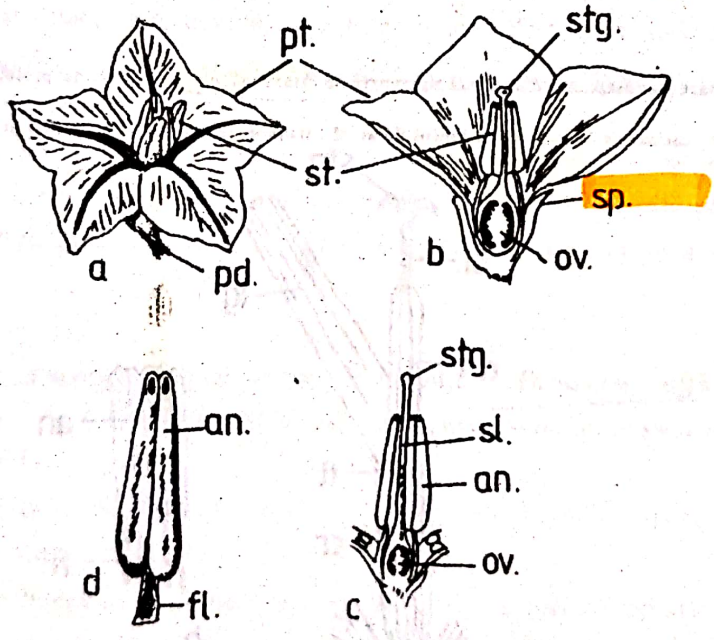


Fig. 132. Floare gamosepală şi gamopetală de *Solanum tuberosum:* **a** - văzută de faţă; **b, c** - secţionată longitudinal cu (b) şi fără (c) corolă; **d** - stamină:
an -anteră; **fl** - filament; **ov** - ovar; **pd** - pedunculi; **pt** petale; **st** - stil; **sp** - sepale; **st** - stamine; **stg** - stigmat (a - d Răvăruţ şi Tarnavschi; b - d Morlova; c,d - d Grinţescu)

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Floare diasepală şi dialipetală** de măceş *Rosa canina* L. - fam. *Rosaceae* (fig. 133); plantă dicotiledonată cu flori lung pedunculate, solitare.

- Receptaculul are formă de ulcior, fiind numit şi hipanthium, cu glande nectarifere la bază; el creşte mult şi devine roşu la maturitatea fructelor.
- Sepalele (5) sunt verzi, franjurat - foliacee, lungi.
- Petalele (5) sunt roz-albicioase, mari.
- Staminele (numeroase - multiplu de 5) sunt galbene, recurbate spre centrul florii. Sepalele, petalele şi staminele sunt inserate pe marginea cupei receptaculare.
- Carpelele (numeroase- multiplu de 5) sunt verzi, implântate în receptacul, fără să concrească cu el, deci formează un gineceu apocarp; ovarul este globulos - alungit, stilul lung şi stigmatul capitat.

▲ **Floare dialisepală şi dialipetală** de rapiţă - *Sinapis arvensis* L. - fam. *Brassicaceae* (fig.134): plantă dicotiledonată cu flori pedunculate, formând un racem

- Sepalele (4) sunt verzi, triunghiular - foliacee
- Petalele (4) sunt galbene, dispuse în cruce cu sepalele
- Staminele (6) sunt gălbui, 2 externe mai scurte şi 4 interne mai lungi, formând un androceu tetradinam; la baza staminelor se află 4 glande nectarifere în formă de mameloane.
- Carpelele (2) sunt verzi, unite, formând un gineceu cenocarp (când se va transforma in fruct, va apare şi un perete fals, despărţitor).

▲ **Floare gamosepală şi gamopetală zigomorfă** de urzică moartă - *Lamium maculatum* L.- fam. *Lamiaceae* (fig. 135): plantă dicotiledonată cu flori scurt pedunculate, grupate în dicazii axilare.

- Sepalele (5) sunt verzi, inegale, triunghiular - alungite, parţial unite.
- Petalele (5) sunt roz - violet - roşiatice, cu pete albe, unite în două buze sau labii inegale: una superioară bilobată şi alta inferioară trilobată, rezultând o corolă bilabiată zigomorfă.
- Staminele (4) sunt gălbui, 2 mai lungi şi 2 mai scurte, înserate pe corolă şi formând un androceu didinam.
- Carpelele (2) sunt verzi, unite într-un gineceu cenocarp (când se va transforma în fruct, va apare şi un perete fals, despărţitor).

▲ **Floare dialitepală** de lalea - *Tulipa gesneriana* L. - fam. *Liliaceae* (fig. 136): plantă monocotiledonată cu o singură floare mare, lung pedunculată.

- Sepalele (3) şi petalele (3) au aceeaşi formă, mărime şi culoare (foarte diferită), de aceea se numesc tepale şi alcătuiesc un perigon petaloid.

Scanned with OKEN Scanner

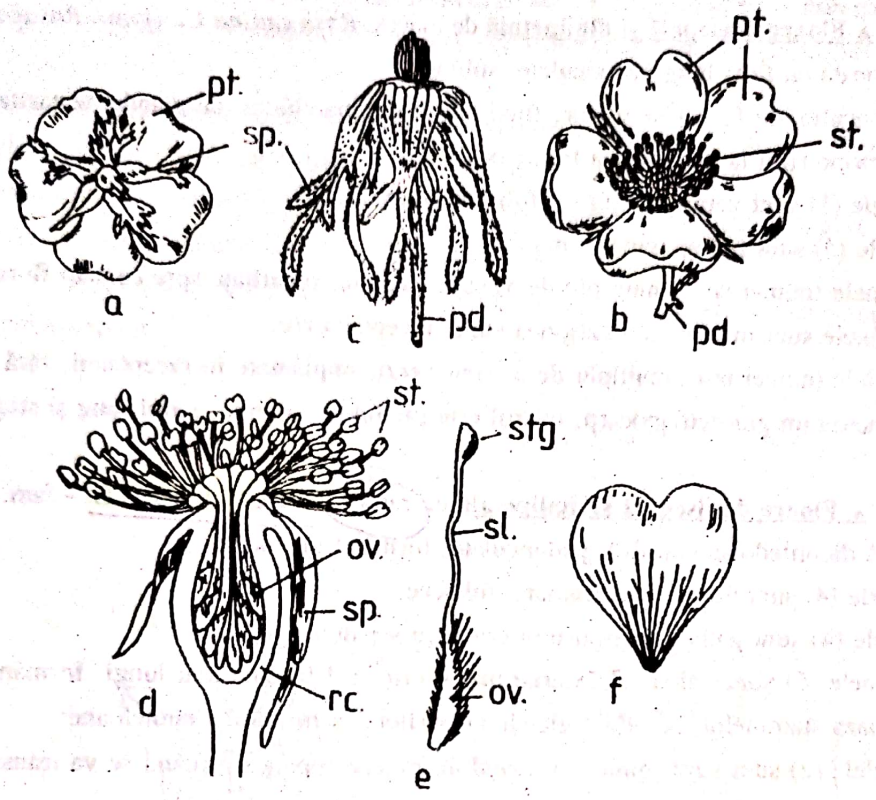


Fig. 133. Floare de *Rosa canina*, văzută a - dorsal; b - de față; c - lateral; d - secționată longitudinal; e - gineceu, f - petală; **ov** - ovar; **pd** - pedunculi; **pt** - petale, **rc** - receptacul; **sl** - stil; **st** - stamine, **stg** - stigmat (a - d Tarnavschi; b, d - d Morlova; c, e, f - d Todor)

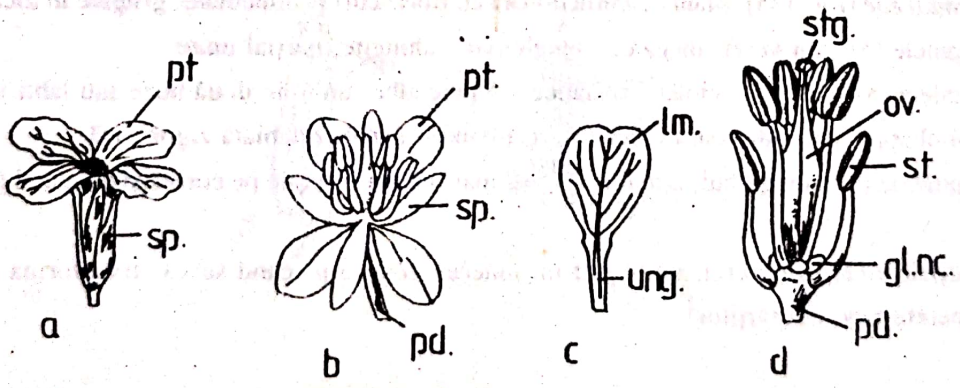


Fig. 134. Floare dialisepală și dialipetală de *Sinapis arvensis* a - văzută lateral; b - desfăcută; c - petală; d - androceu și gineceu; **gl.nc** - glandă nectariferă; **lm** - lamină, **ov** - ovar; **pd** - pedunculi **sp** - sepale; **st** - stamine; **stg** - stigmat; **ung** - unguiculă (d. Grințescu, modificat)

Scanned with OKEN Scanner

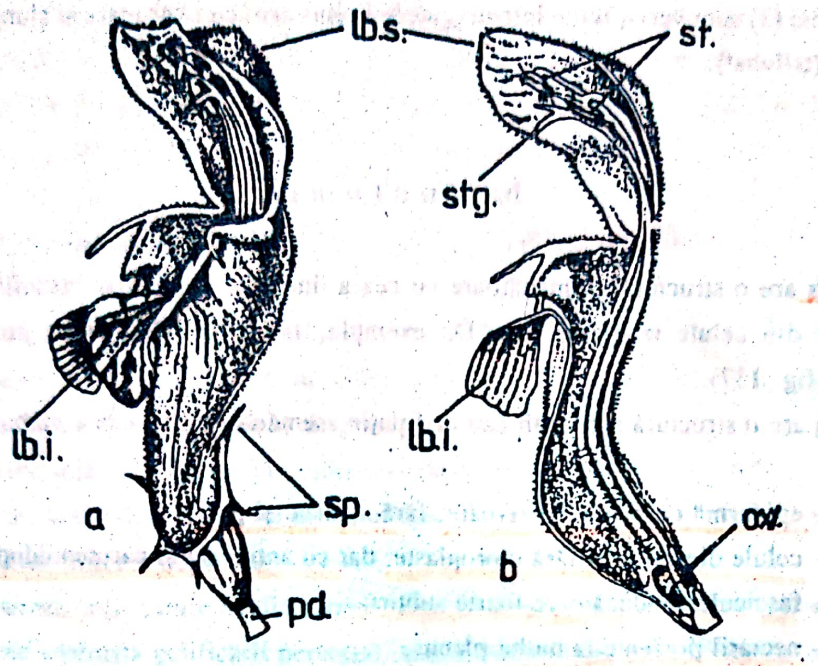


Fig. 135. Floare gamosepală şi gamopetală de *Lamium maculatum*: a - văzută lateral; b - secţionată longitudinal: lb - labiu (i - inferior; s - superior); ov - ovar; pd - peduncul; st - stamine; stg -stigmat (d. Răvăruţ şi Tarnavschi)

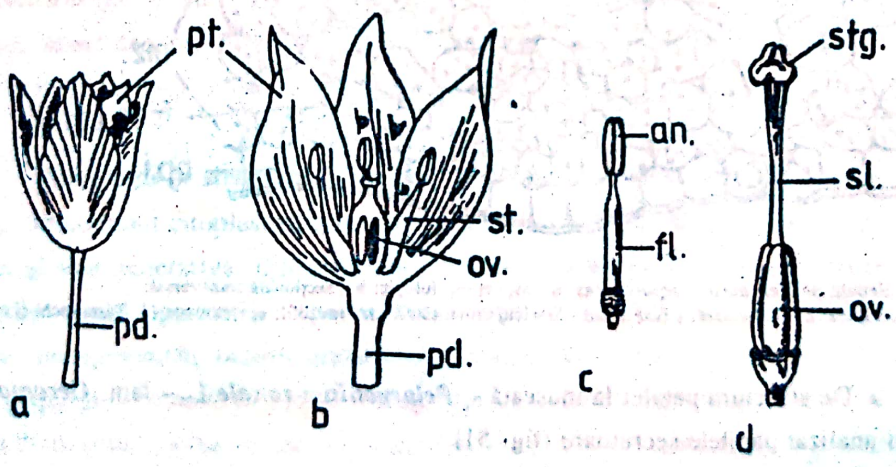


Fig. 136. Floare dialipetală de *Tulipa gesneriana*: a - văzută lateral; b - secţionată longitudinal; c - stamină; d - gineceu — an. - anteră; fl. - filament; ov. - ovar; pd. - peduncul; pt. - petală; sl. - stil; st. - stamină; stg. - stigmat (d. Grinţescu, Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

- Staminele (6) sunt galbene, dispuse în două verticile de câte trei.
- Carpelele (3) sunt verzi, unite într-un gineceu cenocarp, cu ovar mare şi alungit, stil foarte scurt şi stigmat trifid (trilobat).

b. Anatomie

1° Sepala are o structură asemănătoare cu cea a limbului foliar, dar mezofilul este mai adesea omogen, format din celule izodiametrice. De exemplu, la spânz (*Helleborus purpurascens* - fam. *Ranunculaceae* (fig. 137).

2° Petala are o structură mai mult sau mai puţin asemănătoare cu cea a limbului foliar, dar mult simplificată;

- epidermă cu papile secretoare; fără stomate şi peri;
- celule din mezofil fără cloroplaste, dar cu antociani şi carotenoidoplaste;
- fascicule conducătoare foarte subţiri;
- nectarii prezente la multe plante.

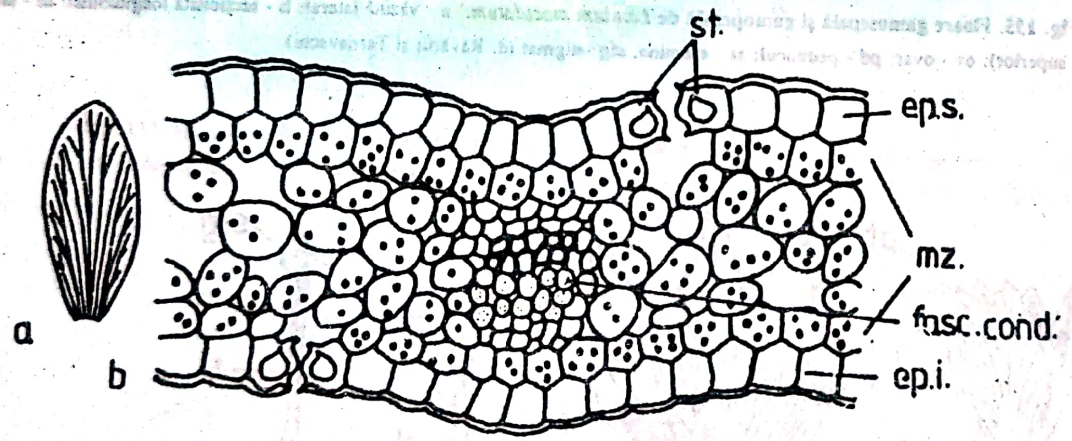


Fig. 137. Sepală de *Helleborus purpurascens:* a - aspect morfologic; b - secţionată transversal; ep - epidermă (i - inferioară; s - superioară); fasc.cond - fascicul conducător; mz -mezofil; st - stomate (d. Tarnavschi şi colab.)

▲ De structura petalei la muşcată - *Pelargonium zonale* L. - fam. *Geraniaceae*, ne-am ocupat când am analizat papilele secretoare (fig. 51).

3° Stamina. Filamentul are o structură mai mult sau mai puţin asemănătoare cu cea a peţiolului, dar mult simplificată: epidermă, parenchim fundamental omogen şi un fascicul conducător subţire.

Antera prezintă două laje separate de un şanţ median în dreptul *conectivului* (porţiunea

Scanned with OKEN Scanner

prin care antera se prinde de filament, formată din parenchim omogen şi un fascicul conducător). În plus, se afla două şanţuri laterale, simetrice, la nivelul cărora se va deschide antera la maturitate.

În structura anterei distingem un *perete* alcătuit din epidermăă, strat mecanic (endoteciu), straturi tranzitorii, strat tapet şi un *ţesut sporogen* în fiecare din cei doi saci polinici ai fiecărei loje; aici are loc meioza şi rezultă tetrade de microspori (granule de polen tinere).

▲ **Structura anterei** staminei de crin alb ***Lilium candidum*** **L.** - fam. *Liliaceae* (secţiune transversală) (fig. 138).

Forma generală a unei secţiuni prin anteră este de fluture, cu două **loje** simetrice separate de un **şanţ median** adânc şi strâmt, opus căruia se află conectivul (parenchim meatic şi un fascicul libero-lemnos, cu lemnul orientat spre şanţ şi liberul spre faţa opusă).

Fiecare lojă este împărţită printr-un şanţ lateral în **doi saci polinici**; şanţurile laterale corespund locurilor de deschidere a anterei la maturitate.

Peretele anterei cuprinde:

- *epiderma (exoteciul)*: celule izodiametrice, care în dreptul şanţurilor laterale sunt transformate în celule mucilagigene (datorită gelificării peretelui, aceste celule ajută la deschiderea anterei);
- *stratul mecanic (endoteciul)*: celule mari, alungite radiar, având peretele intern uniform îngroşat, pereţii laterali cu îngroşări longitudinale sub formă de benzi lignificate, iar peretele extern subţire celulozic; datorită îngroşării neuniforme a pereţilor celulari, stratul mecanic are un rol deosebit în deschiderea anterei şi este întrerupt în dreptul şanţurilor laterale şi în dreptul conectivului;
- *straturi tranzitorii*: celule parenchimatice mici, bogate în substanţe de rezervă;
- *stratul tapet* sau nutritiv: celule parenchimatice mari, plurinucleate, care căptuşesc lojele anterei; la maturitatea anterei, acest strat se dezorganizează, rămânând doar fragmente din el.

Morfologia şi structura polenului. O granulă de polen prezintă un înveliş dublu, numit **sporodermă** şi un conţinut citoplasmatic în care se află două celule: una vegetativă, cu rol în formarea tubului polinic şi una generativă; din diviziunea nucleului acesteia din urmă se formează doi gameţi masculi imobili, numiţi spermatii. **Sporoderma** cuprinde: un înveliş extern numit **exină** (groasă, impregnată cu sporopolenină, făcând imputrescibil polenul), la nivelul căreia se pot găsi deschideri (aperturi sau colpi) şi ornamentaţii foarte variate, dar caracteristice unei specii date; uneori exina este diferenţiată în două pături: externă sau sexina şi internă sau nexina; un înveliş intern, subţire, celulozic numit **intină**, care formează, în timpul germinării granulei de polen, tubul polinic.

▲ **Granula de polen** de nalbă ***Malva silvestris*** **L.** - fam. *Malvaceae* (fig. 139 b).

Scanned with OKEN Scanner

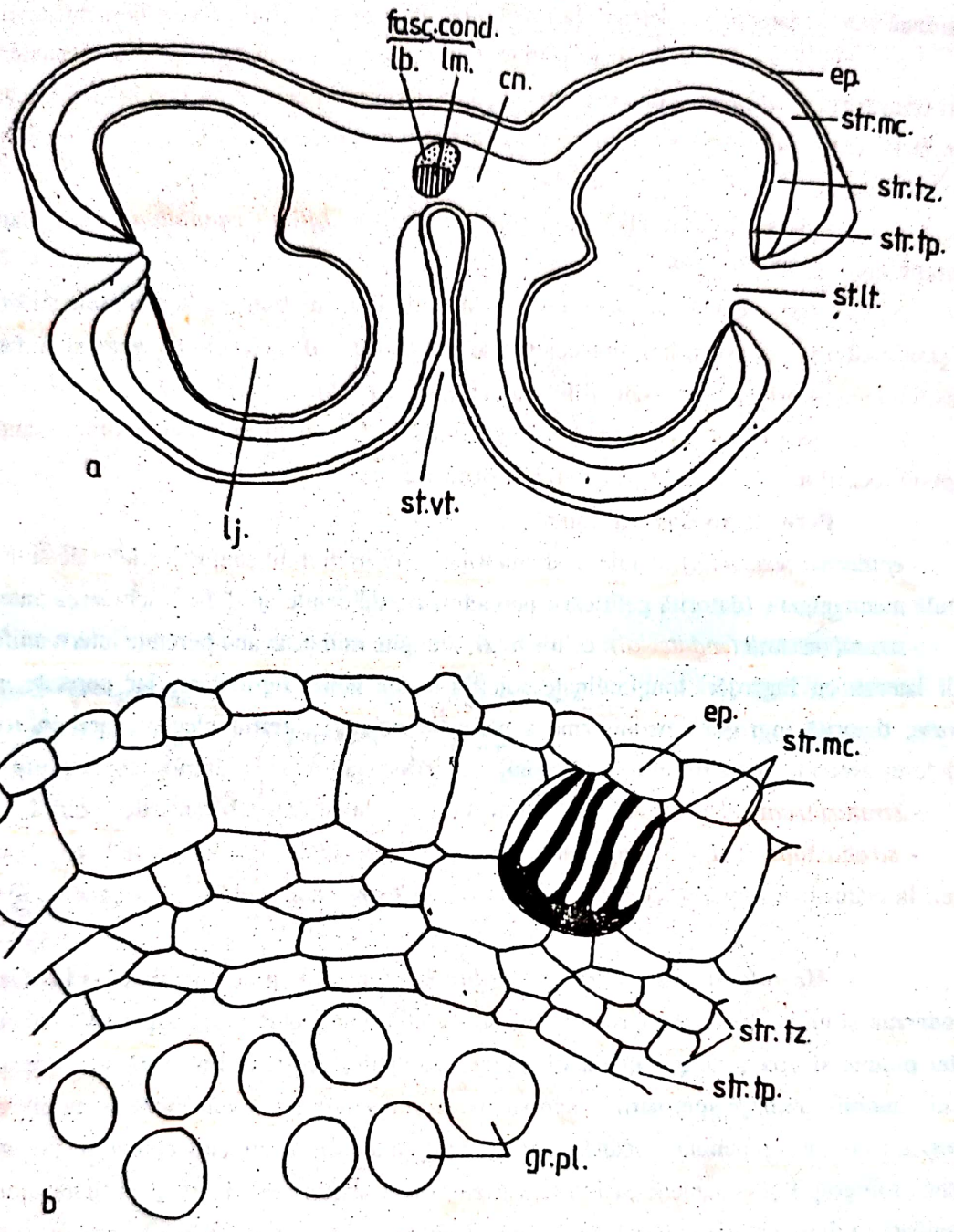


Fig. 138. Structura anterei de *Lilium candidum*, secțiune transversală: a - schemă; **b** - detaliu din peretele anterei: **cn** - conectiv; **ep** - epidermă sau exoteciu; **fasc.cond.** - fascicul conducător; **gr.pl** - granule de polen; **lb** - liber; **lj** - lojă; **lm** -lemn; **st** - șanț (**lt** - lateral; **vt** ventral); **str** - strat (**mc** - mecanic sau endoteciu, cu o celulă având pereții laterali neuniform îngroșați; **tp** - tapet; **tz** - tranzitoriu)(orig.)

Scanned with OKEN Scanner

Granula este mare, sferoidală, exina fiind prevăzută cu numeroşi spini mari şi rotunjiţi la vârf.

▲ **Granula de polen** la floarea soarelui - ***Helianthus anuus*** **L.** - fam. *Asteraceae* (fig. 139 c).

Granula este sferoidală, cu exina spiniferă şi prevăzută cu trei deschideri (aperturi) în formă de brazde numite **colpi** (fiecare având în mijloc câte un por).

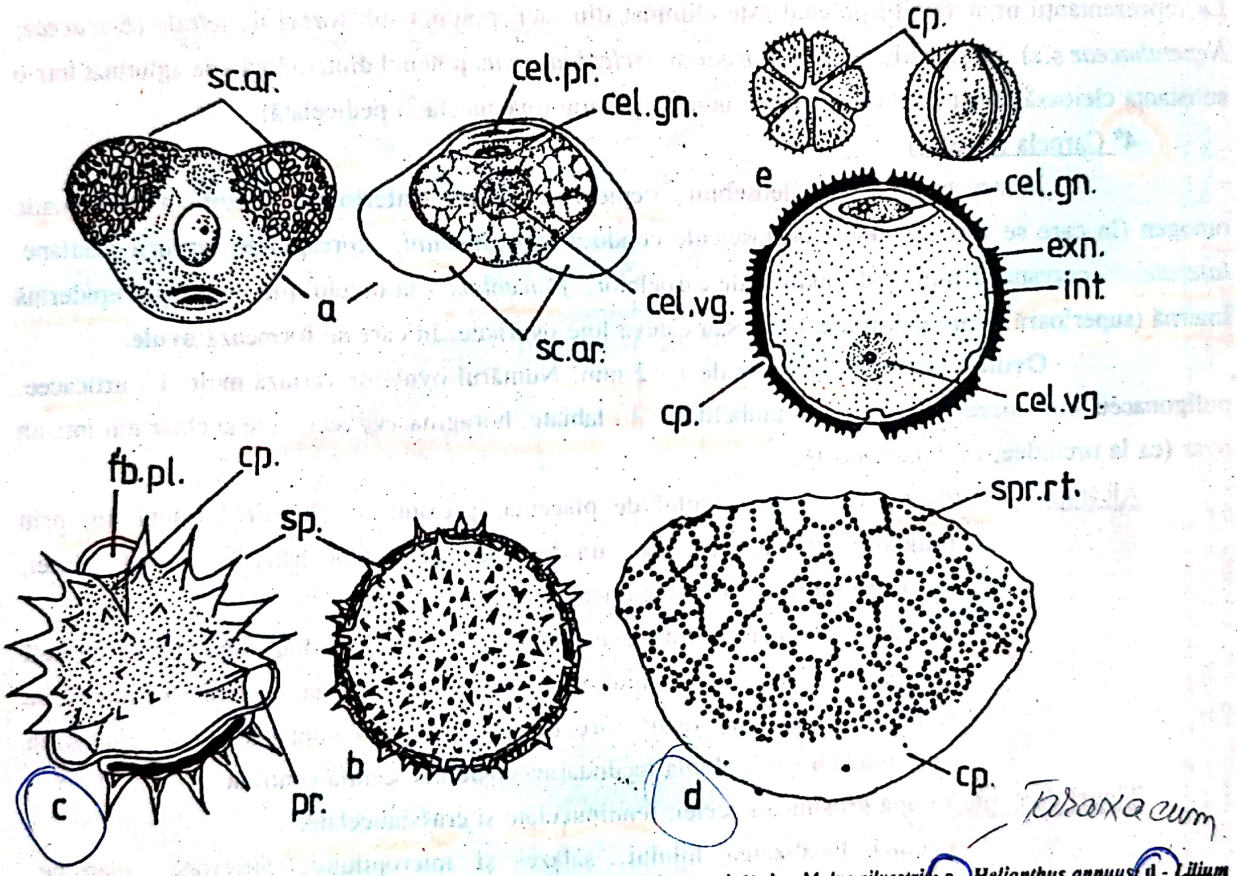


Fig. 139. Granule de polen: a - ***Pinus sylvestris*** (dreapta, secţiune optică); **b** - ***Malva silvestris***; **c** - ***Helianthus annuus***; **d** - ***Lilium candidum***; **e** - ***Mentha aquatica***(sus, văzută apical şi din profil, jos, secţiune optică):
Cel - celule (**gn** - generativă; **pr** - protaliene; **vg** - vegetativă); **cp** - colpi; **exn** - exină; **int** - intină; **pr** -por; **sc.ar** - saci aeriferi; **sp** - spini; **spr.rt** - sporodermă reticulară; **tb.pl** - tub polinic (d. Tarnavschi şi colab.)

▲**Granula de polen** la crinul alb - ***Lilium candidum*** **L.**- fam. *Liliaceae* (fig.139 d).

Granula este mare, elipsoidală, având exină reticulată, ochiurile reţelei fiind de diferite forme şi mărimi; la nivelul exinei se află o singură apertură în formă de şanţ, numită **sulcus**.

▲ **Granula de polen** la mentă - *Mentha aquatica* **L.** - fam. *Lamiaceae* (fig. 139 e). Granula este mare, cu exină spiniformă, fiind vizibile mai multe aperturi.

▲ **Granula de polen** la pin - *Pinus sylvestris* **L.** - fam. *Pinaceae* (fig. 139 a). Granula are exina fin ornamentată şi este prevăzută cu două vezicule laterale numite saci aeriferi (cu rol în răspândirea polenului), rezultate din îndepărtatea locală a sexinei de nexină.

La majoritatea plantelor superioare polenul se răspândeşte sun formă de granule izolate. La reprezentanţii unor familii polenul este eliminat din sacii polinici sub formă de tetrale (*Ericaceae, Nepenthaceae* ş.a). La speciile de *Orchidaceae* şi *Asclepiadaceae*, polenul dintr-o lojă este aglutinat într-o substanţa cleioasă, alcătuind o formatiune numită **polinie** (măciucată şi pedicelată).

4° Carpela (pistilul)

În structura carpelei deosebim: o epidermă externă (inferioară), mezofil parenchimatic omogen (în care se află trei feluri de fascicule conducătoare: *median* - corespunde nervurii mediane, *laterale* - corespund liniilor de sudură ale carpelelor, *placentare* - la nivelul placentei) şi o epidermă internă (superioară), care delimitează una sau câteva loje ovariene, în care se formează **ovule.**

Ovulul are adesea mărime de 1 - 2 mm. Numărul ovulelor variază mult: 1 - urticacee, poligonacee, compozee, graminee; 2 - umbelifere, 4 - labiate, boraginacee, zeci, sute şi chiar mii într-un ovar (ca la orchidee, orobanchacee).

Alcătuire: - *funicul*, ce fixează ovulul de placentă; prezintă o gâtuitură numită hil; prin funicul pătrunde, din ovar, un fascicul conducător până la nivelul şalazei, unde se ramifică spre integument;

- *nucelă*, un masiv parenchimatic înconjurat de unul sau două tegumente, ce lasă la partea superioară a ovulului un micropil; în urma meiozei, în nucelă se formează sacul embrionar, care în cele din urmă cuprinde şapte celule, din care două cu rol în dubla fecundaţie: oosfera şi celula centrală

Tipuri de ovule: - după grosimea nucelei: tenuinucelate şi crassinucelate;

- după localizarea hilului, şalazei şi micropilului: ortotrope, anatrope, campilotrope ş.a.

- **ovul ortotrop (drept)**: hil, şalază şi micropil pe aceeaşi axă (*Polygonacee* - ***Poligonum orientale*** **L.**, fig. 140; *Juglandaceae, Urticaceae*);

- **ovul anatrop (răsturnat)**: micropil şi şalază pe axa nucelei, iar hilul apropiat de micropil; funiculul este concrescut cu corpul ovular, rezultând un rafeu (la majoritatea plantelor; de ex. la in - ***Linum usitatissimum*** **L.** - fam. *Linaceae*, fig. 141 a);

- **ovul campilotrop (curbat)**: nucelă recurbată, micropil, şalază, hil în puncte diferite

Scanned with OKEN Scanner

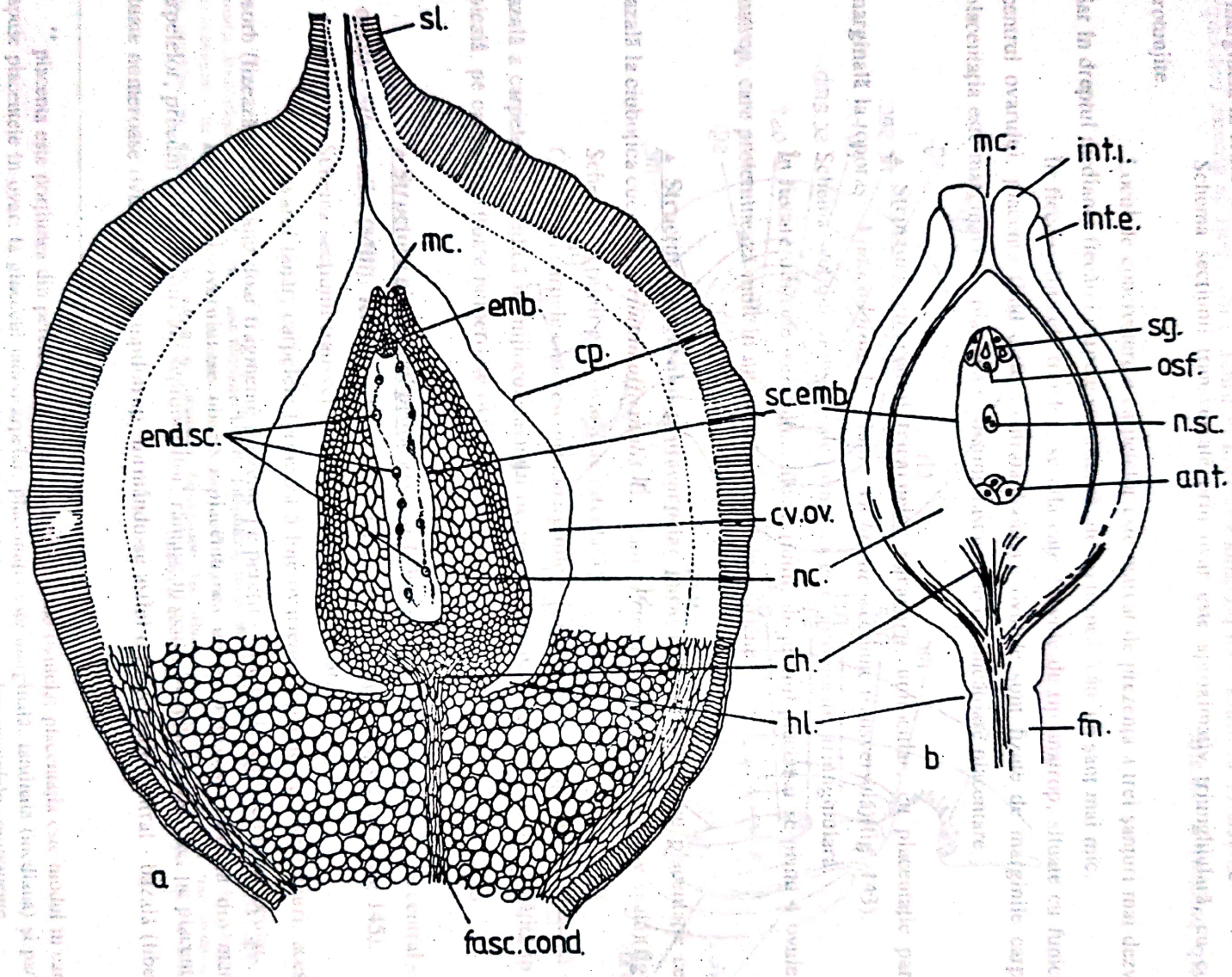


Fig. 140. Ovul ortrotop de *Polygonum orientale*, secţiune longitudinală: **a** - prin ovar (structura celulară); **b** - prin ovul (schemă): **an** - antipode; **ch** - chalază; **cp** - carpelă; **cv.ov** - cavitate ovariană; **emb** - embrion; **end.sc** - endosperm secundar (albumen); **fasc.cond** - fascicul conducător; **fn** - funicul; **hl** - hil; **int** - integument (**ex** - extern; **i** - intern) **mc** - micropil; **n.sec** - nucleu secundar; **osf** - oosferă; **sc.emb** - sac embrionar; **sg** - sinergide; **sl** - stil (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

(*chenopodiacee, fitolacacee,* - ***Phytolacca americana*** **L.** fig. 141 b, *cariofilacee, crucifere, leguminoase*).

În cele ce urmează vom prezenta structura ovarului la trei tipuri de gineceu cenocarp: eusincarp, paracarp şi lisicarp.

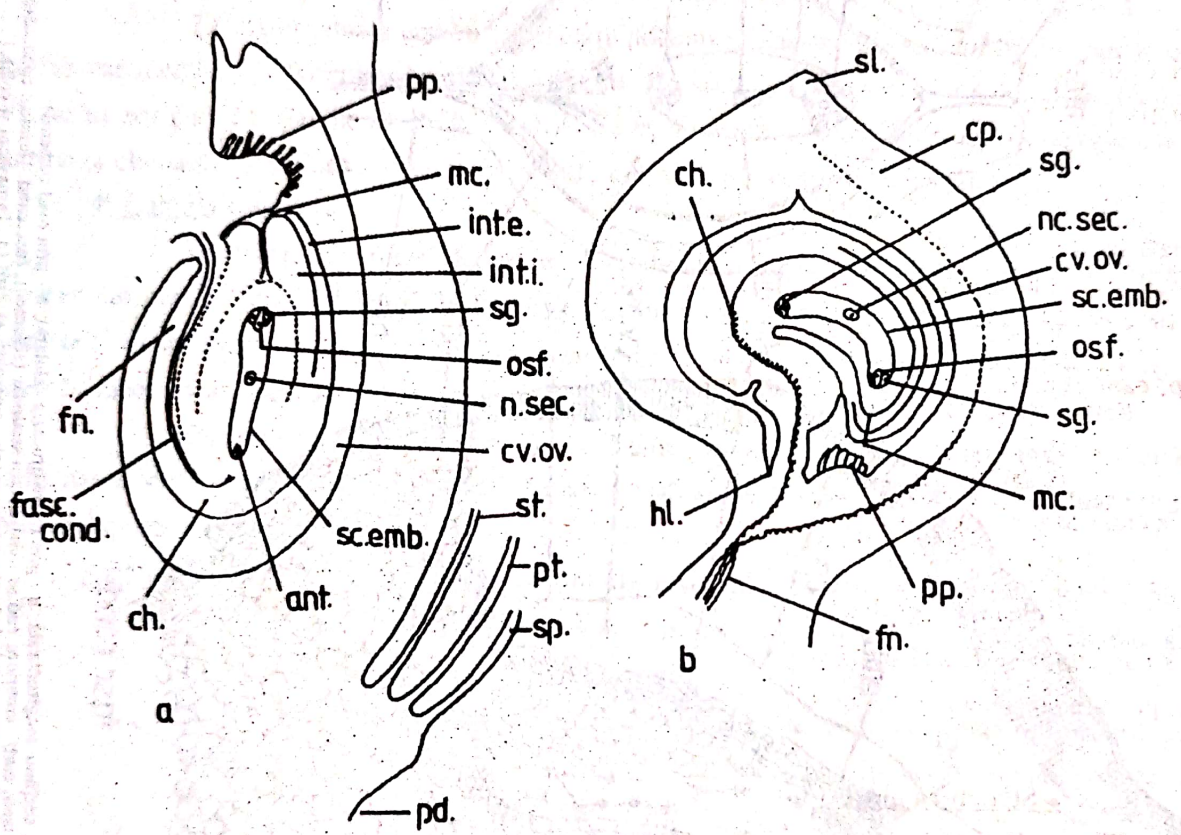


Fig. 141. Ovul anatrop de *Lilium usitatissimum (a)* şi campilotrop de *Phytolacca americana (b)*; secţiune longitudinală, scheme: **an** - anatrop; **ch** - chalază; **cp** carpelă; **cv.ov** - cavitate ovariană; **fasc.cond** - fascicul conducător; **fn** - funicul; **hl** - hil; **int** - integument (**e** - extern; **i** - intern); **mc** - micropil; **nc.sec** -nucleu secundar; **osf** - oosferă; **pd** - peduncul; **pp** - papile; **pt** - petală; **sc.emb** - sac embrionar; **sg** - sinergide; **sl** -stil; **sp** - sepale; **st** - stamine (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

▲**Structura gineceului tricarpelar eusincarp**, triclocular, cu placentaţie** central - marginală la crinul alb ***Lilium candidum*** L. - fam. *Liliaceae* (secţiune transversală)(fig.142).

Schema secţiunii transversale prin ovar este aproximativ triunghiulară, cu colţurile rotunjite.

Locul de concreştere a carpelelor este marcat de prezenţa a trei şanţuri mai dezvoltate, iar în dreptul medianei fiecărei carpele se observă, de asemenea, câte un şanţ mai mic.

În fiecare din cele trei loje se află câte 2 ovule de tip anatrop, situate cu funicului în centrul ovarului, placenta fiind astfel centrală;deoarece ovulele sunt fixate de marginile carpelelor, placentaţia este marginală. În placentă se disting fasciculele conducătoare placentare.

▲ **Structura gineceului tricarpelar paracarp**, unilocular, cu placentaţie parietal - marginală la toporaş - ***Viola odorata*** L. - fam. *Violaceae* (secţiune transversală)(fig. 143).

Schema secţiunii transversale prin ovar este aproximativ triunghiulară.

În fiecare din cele trei colţuri ale secţiunii, de ţesutul placentar se prind 4 ovule de tip anatrop, care proiemineză mult în interiorul unicei loje ovariene.

▲ **Structura gineceului pentacarpelar paracarp**, unilocular, cu placentaţie central - bazală la ciuboţica cucului - ***Primula officinalis*** L. - fam. *Primulaceae* (secţiune transversală)(fig. 144).

Schema secţiunii prin ovar este circulară.

Cele cinci carpele concresc prin marginile lor, delimitând o singură lojă ovariană. Partea bazală a carpelelor se ridică în mijlocul cavităţii ovariene, formând o coloană centrală, lăţită în partea apicală, pe care sunt situate numeroase ovule de tip anatrop.

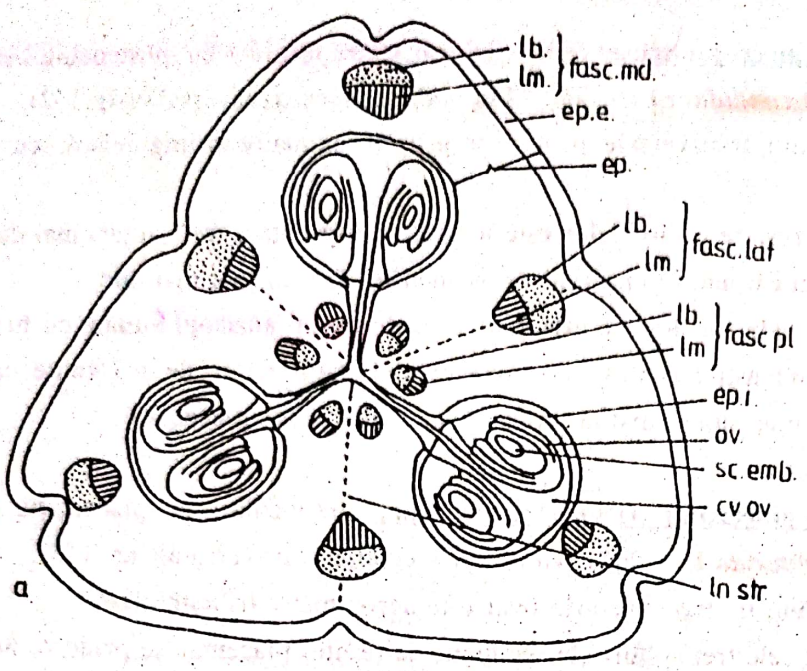
▲ **Structura gineceului pentacarpelar lisicarp**, unilocular, cu placentaţie central - bazală la opaiţă - ***Silene alba*** (Mill). Krause - fam. *Caryophyllaceae* (secţiune transversală)(fig.145).

Schema secţiunii transversale prin ovar este circulară.

În ovarul tânăr, carpelele formează 5 loje ovariene, separate de 5 septumuri; acestea se resorb (lizează), rămânând doar fragmente prezente pe pereţii ovarului devenit acum unilocular.

În centrul ovarului se observă placenta, ca un corp masiv, formată din marginile carpelelor, precum şi din resturi ale septumurilor, rămase în centrul cavităţii ovariene; pe placentă sunt situate numeroase ovule de tip campilotrop, formându-se astfel o placentaţie central - bazală (liberă).

** placenta este porţiunea din peretele ovarului, de care se prind ovulele; placentaţia este modul în care sunt dispuse placentele în ovar; la gineceul monocarpelar, placentaţia este marginală, laminală (mediană) şi parietală; la gineceul pluricarpelar cenocarp, placentaţia depinde de felul cum sunt sudate carpelele componente.



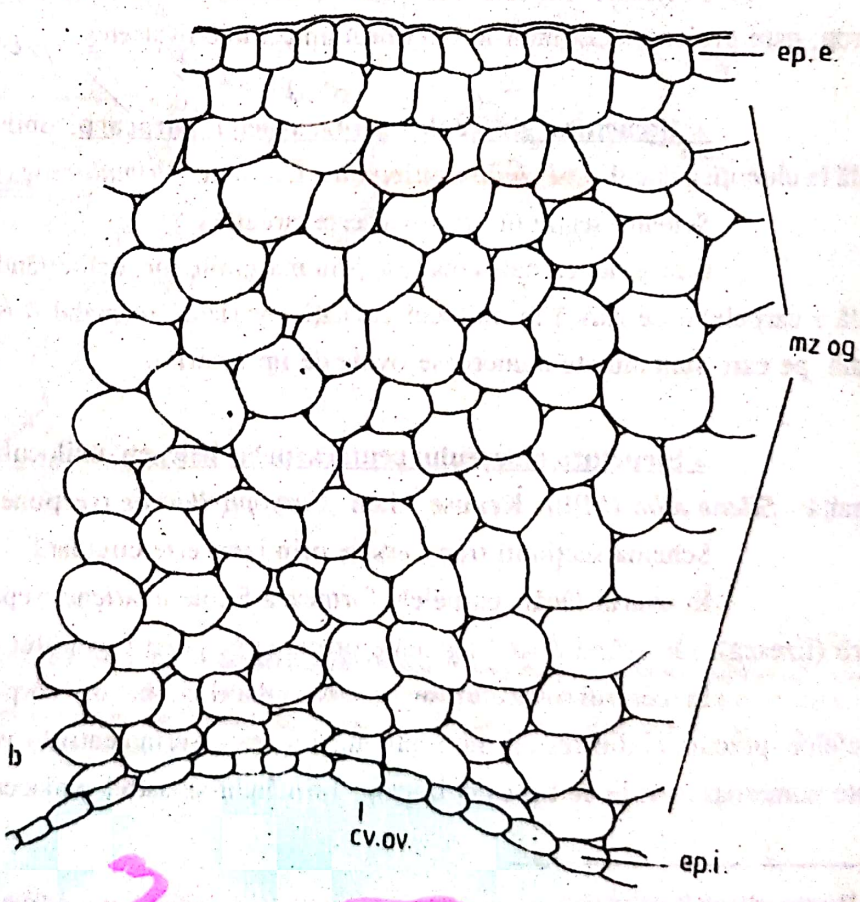
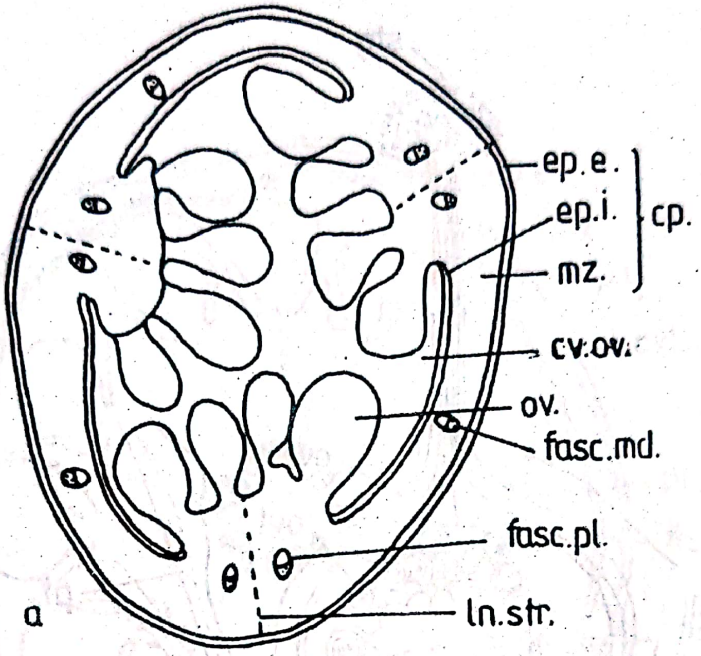


Fig. 142. Structura gineceului (ovarului) tricarpelar eusincarp de *Lilium candidum*, secțiune transversală; **a** - prin ovar, schemă; **b** - prin carpelă, detaliu; **cp** - carpelă; **cv.ov** - cavitate ovariană; **ep** - epidermă (**e** - externă sau inferioară; **i** - internă sau superioară); **fasc** - fascicul (**lat.** - lateral; **md** - median; **pl** - placentar); **lb** - liber; **lm** - lemn; **ln.str.** - linie de sutură; **mz.og** - mezofil omogen; **ov** - ovar; **sc.emb** - sac embrionar

Scanned with OKEN Scanner



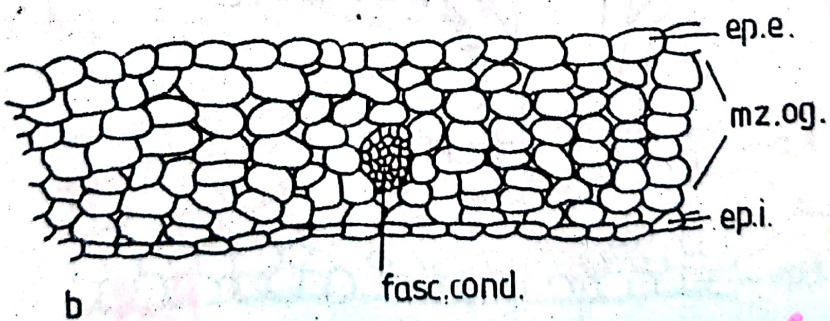


Fig. 143 Structura gineceului (ovarului) tricarpelar paracarp de *Viola odorata*, secțiune transversală: a - prin ovar, schemă; b - prin carpelă, detaliu:
cp - carpelă; cv.ov - cavitate ovariană; ep - epidermă (ex - externă sau inferioară; i - internă sau superioară); fasc - fascicul (cond - conducător; md - median; pl - placentar); ln.str - linie de sutură; mz.og - mezofil omogen; ov - ovul (orig.)

Scanned with OKEN Scanner

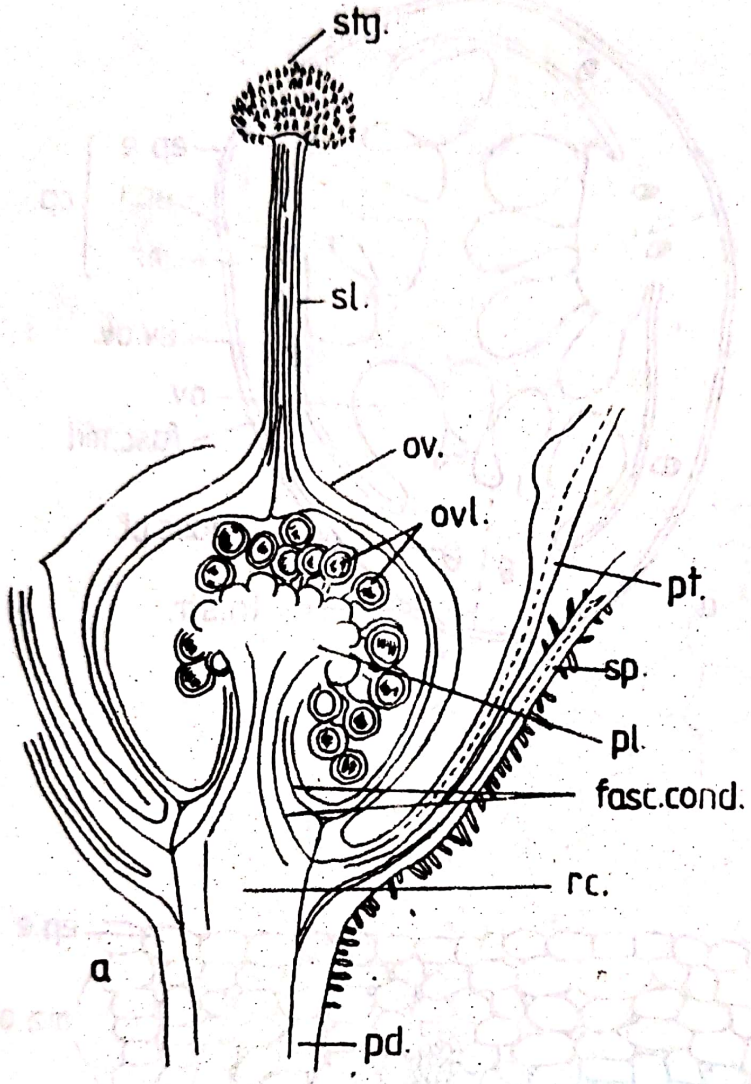


Fig. 144. Structura gineceului (ovarului) pentacarpelar paracarp de *Primula officinalis*, secțiune longitudinală (a) și transversală (b,c): a,b - scheme: a - gineceu, b - ovar, c - carpelă; detaliu: cp - carpelă; cv.ov - cavitate ovariană; ep - epidermă (e - externă sau inferioară; i - internă sau superioară); fasc - fascicul (cond - conducător; md - median; pl - placentar); lin.str - linie de sutură; ov - ovar; ovl - ovule; pd - pedunculul floral; pl - placentație; pt - petală; rc - receptacul; sl - stil; sp - sepală; stg - stigmat (a - d. Tarnavschi și colab.; b,c - orig.)

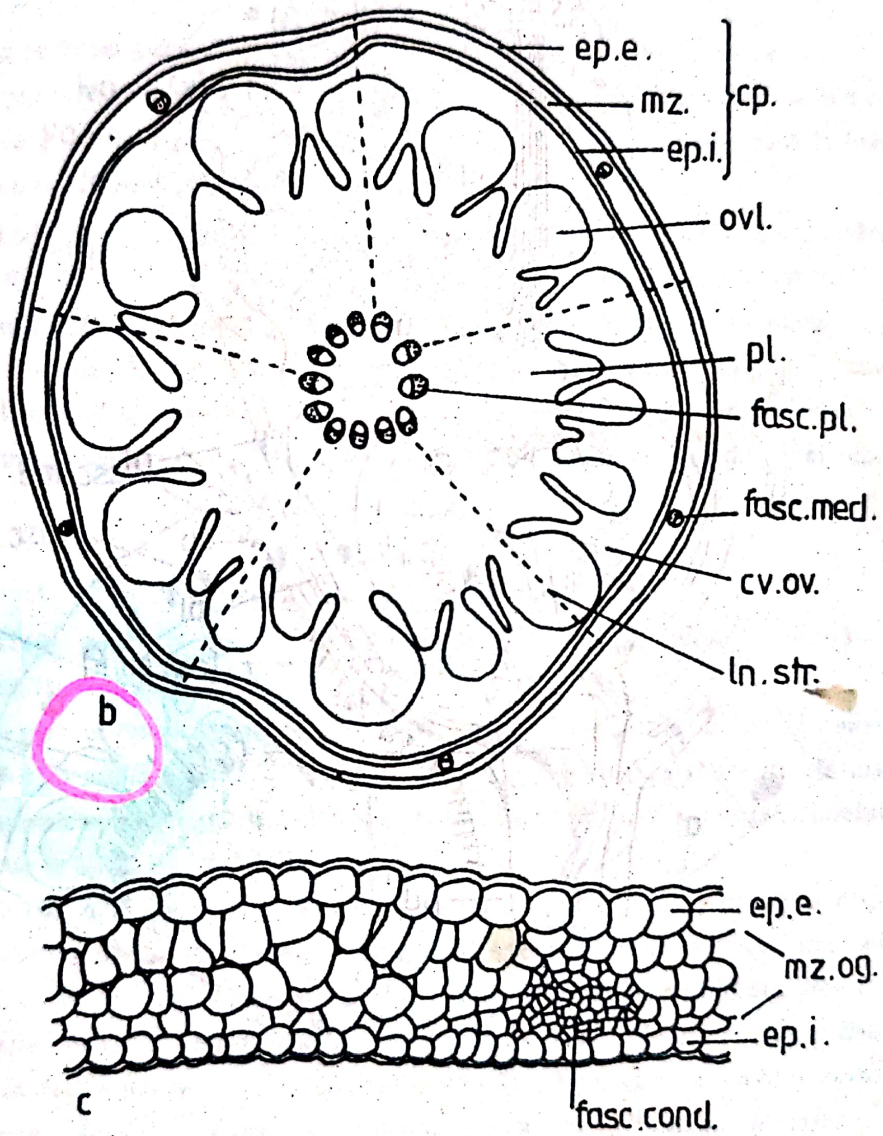


Fig. 144 b, c

Scanned with OKEN Scanner

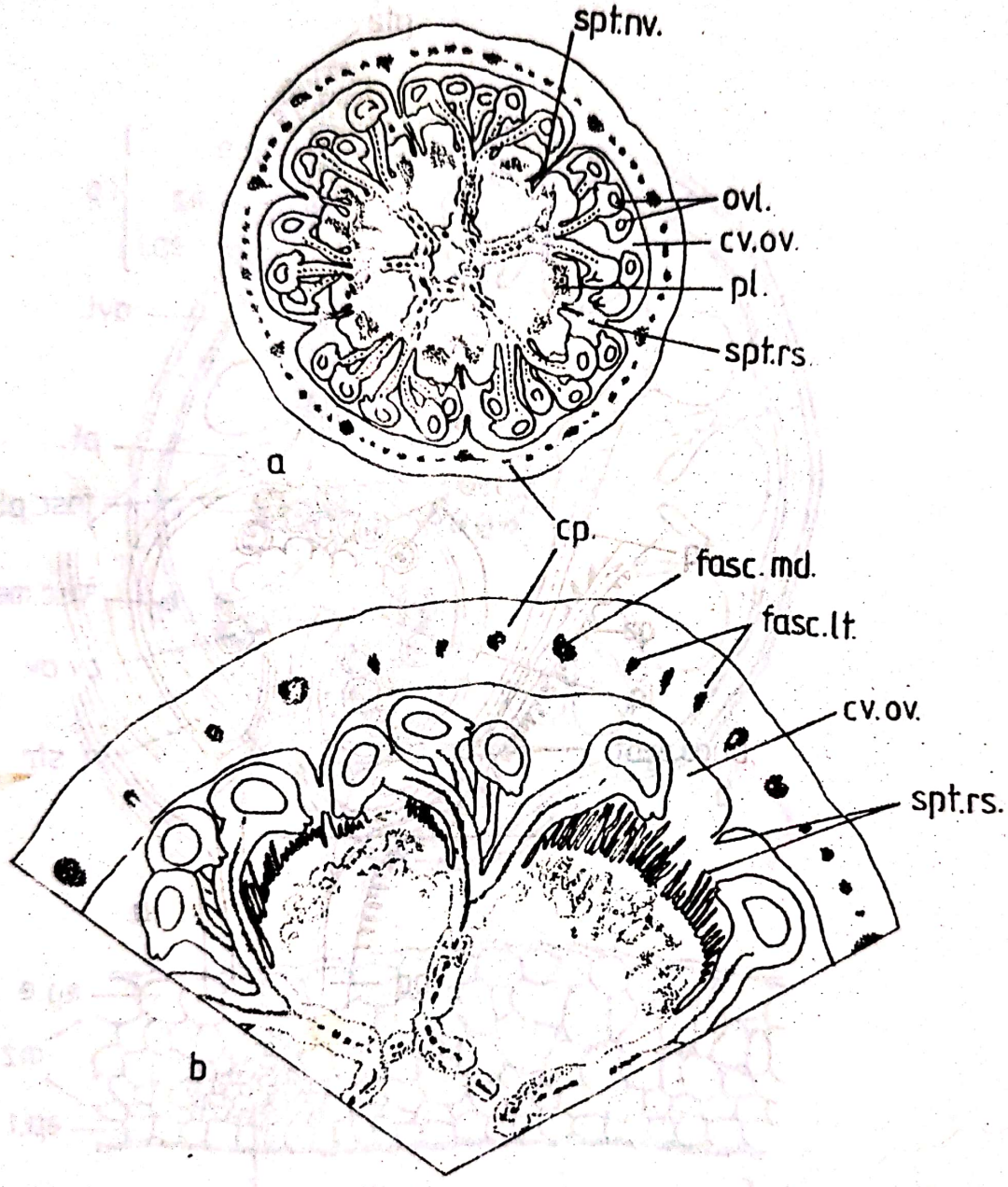


Fig. 145. Structura gineceului (ovarului) pentacarpelar lisicarp de *Silene alba*, secțiune transversală, scheme; a - ovar tânăr; b - ovar matur;
cp - carpelă; cv.ov - cavitate ovariană; fasc. - fascicul (md - median; lt - lateral); ovl - ovule; pl - placentă; spt - sept (nr - neresorbit; rs - resorbit)(d. Tarnavschi și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

2. SĂMÂNȚA

Sămânța, caracteristică gimnospermelor și angiospermelor, rezultă din ovul, în urma procesului de fecundație.

Forma generală a seminței depinde de forma ovulului din care provine.

Mărimea variază în limite foarte largi: de la semințe foarte mici, abia vizibile cu ochiul liber (orhidee), mici de 2 - 3 mm (mac, tutun), mari (nuc, castan porcesc, cocos), până la foarte mari (palmierul ***Lodoicea sechellarum*** **Labill.**).

Numărul de semințe într-un fruct variază de la 1 (graminee, compozee, prunoidee, multe apetale: fag, nuc, stejar, alun), la 10 (pomoidee), zeci până la sute (cucurbitacee) și chiar mii (orhidee).

Alcătuire generală: tegument - provine din tegumentul extern sau din unicul tegument al ovulului; embrionul - provine din numeroasele diviziuni ale zigotului principal (diploid), rezultat din fecundarea oosferei din sacul embrionar de către o spermatie; albumenul sau endospermul (primar, haploid la gimnosperme și secundar, triploid la angiosperme, unde provine din diviziuni repetate ale zigotului acestuia).

Tegumentul (cu rol protector)

Suprafața poate fi netedă (fasole, mazăre), reticulată (tutun, sparcetă), aripată (gimnosperme), cu peri (salcie, plop, bumbac)

Anexe uscate: *hilul* - cicatrice rămasă în urma ruperii seminței de funicul; *micropilul* - proeminență cu un por în mijloc (pe unde va ieși radicula la germinarea seminței); cele mai multe semințe provenind din ovule anatrope sau campilotrope, micropilul se va afla în vecinătatea hilului; *rafeul* - proeminență intinsă de la hil la șalază (ricin, fasole, mazăre)

Anexe cărnoase (la fructele în curs de maturare)(fig. 146): servesc la răspândirea semințelor de către furnici și păsări, reprezentând îmnuguriri ale tegumentului la nivelul micropilului și al hilului; *arilul* - se întinde ca o cupă, de la hil, putând fi parțială (nufăr - ***Nymphaea alba*** **L.** - fam. *Myphacaceae*) sau totală (nucșoară - ***Myristica fragrans*** **Houtt.** - fam. *Myristicaceae*); *ariloidul* - pe toată suprafața seminței (salbă moale - ***Euonymus europaeus*** **L.** - fam. *Celasteraceae*); *caruncului* - acoperă micropilul (ricin); *strofiola* - expansiune a rafeului (rostopască - ***Chelidonium majus*** **L.** - fam. *Papaveraceae*).

Structură: fructele deliscente au semințe cu tegument mai gros decât cele indehiscente. Uneori tegumentul se diferențiază în testă la exterior și tegument la interior.

Scanned with OKEN Scanner

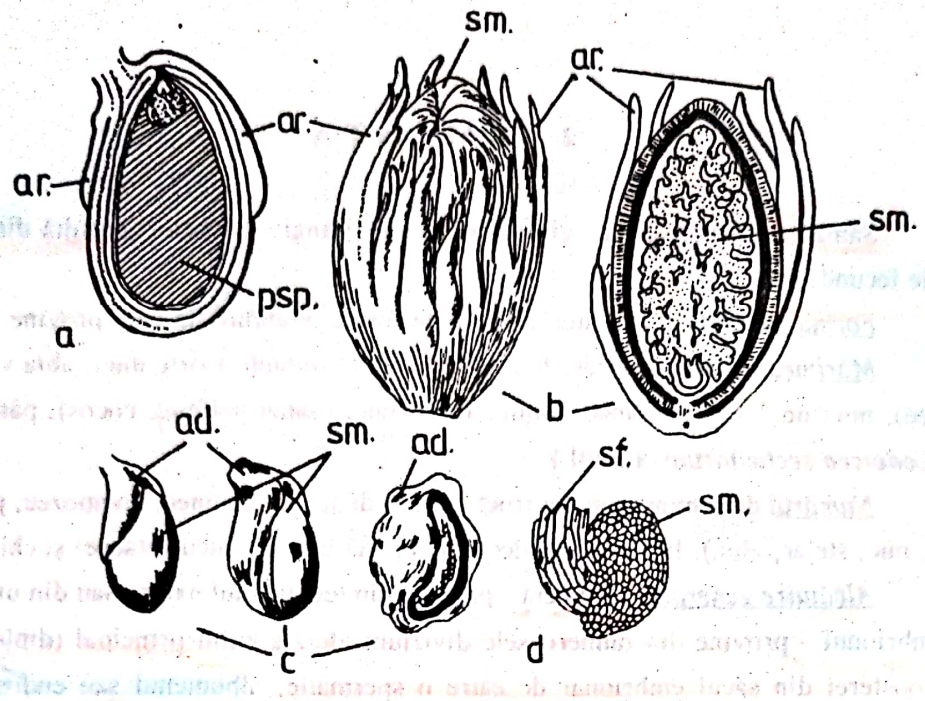


Fig. 146. Anexele cărnoase ale seminței: arilul: a - *Nymphaea alba*, b - *Myristica fragrans* (stânga, secțiune longitudinală), ariloidul; c - *Euonymus europaeus* (în dezvoltare); d - strofiola: *Chelidonium majus*:
ad - ariloid; ar - aril; sf - strofiola; psp - perisperm; sm - sămânța (d. Grințescu)

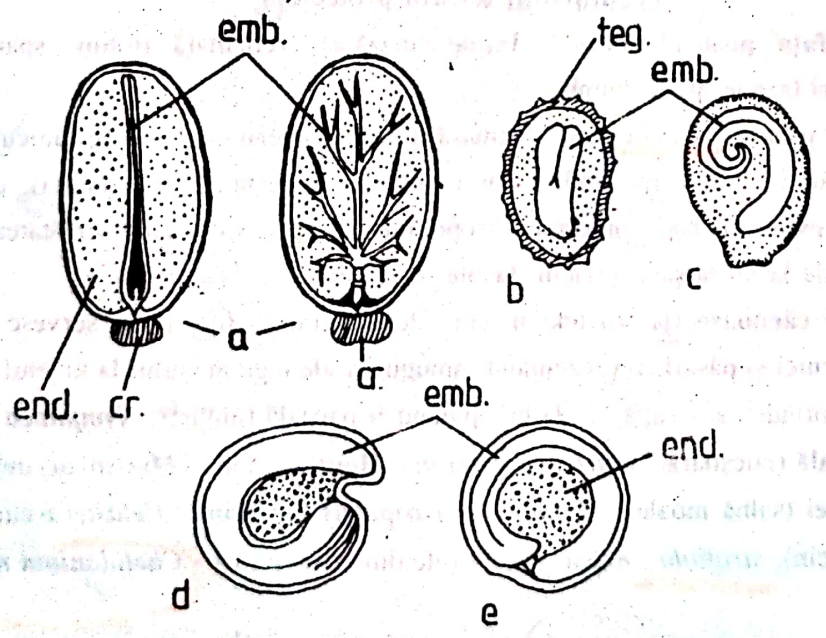


Fig. 147. Forme de embrioni: a - drept la *Ricinus communis;* b - curbat la *Nicotina tabacum;* c - spiralat la *Solanum tuberosum;*
d, e - circular - arcuat la *Beta vulgaris* (d) și *Atriplex hortensis* (e):
cr - caruncul; emb - embrion; end - endosperm (albumen); tgm - tegument (d. Grințescu, modificat)

Scanned with OKEN Scanner

- *testa:* mai multe straturi de celule moarte, cu pereţi duri, îngroşaţi şi lignificaţi; stratul extern este o epidermă, uneori formată din celule ce amintesc de forma palisadică; celelalte straturi au celule diferit conformate (de ex. în formă de mosor la bob); la tutun, neghină ş.a. testa este unistratificată.

- *tegmenul*: moale, alcătuit din celule cu pereţi subţiri, celulozici, formând mai multe straturi.

Embrionul (componenta vie, esenţială a seminţei)

Cuprinde patru componente: radicula, tigela, gemula şi cotiledoanele.

Radicula (învelită de coleorhiză la graminee) se află lângă micropil şi va da naştere rădăcinii principale.

Tigela sau axa hipocotilă se află în continuarea radiculei şi va da naştere internodului bazal al tulpinii, numit hipocotil.

Gemula sau plumulă (învelită de coleoptil la graminee) se află între cele două cotiledoane sau la baza cotiledonului, la monocotiledonate; ea va da naştere tulpinii cu frunze înserate la noduri.

Cotiledoanele sau primele frunze: 1 la monocotiledonate, 2 la dicotiledonate, 2 - 15 la gimnosperme; pot fi subţiri, foliacee la ricin (cu albumen), groase, foliacee la fasole (fără albumen), în formă de scut, cu rol absorbant, la graminee (cu albumen).

Forma generală a embrionului poate fi dreaptă (ricin - ***Ricinus communis*** **L.** - fam. *Euphorbiaceae*), curbată (tutun - ***Nicotina tabacum*** **L.** - fam. *Solanaceae*), spiralată (cartof -***Solanum tuberosum*** **L.** - fam. *Solanaceae*), circular - arcuată (sfeclă - ***Beta vulgaris*** **l.** - fam. *Chenopodiaceae*, lobodă - ***Atriplex hortensis*** **L.** - fam. *Amarantaceae*) etc.(fig. 147).

Endospermul primar şi endospermul secundar (albumenul)

Reprezintă ţesutul de rezervă al seminţei, deşi diferit ca origine la cele două grupe mari de plante cu flori: gimnosperme şi angiosperme. La gimnosperme , endospermul primar este format din celule haploide, rezultând din diviziunile repetate ale macrosporului. La angiosperme, endospermul secundar (albumenul) este format la început din celule triploide şi apoi diploide, rezultând din diviziunile repetate ale zigotului accesoriu (care a luat naştere în urma fecundării nucleului secundar, diploid, al celulei centrale din sacul embrionar de către o spermatie).

Marea majoritate a plantelor superioare au *seminţe albuminate*, deci cu un ţesut special de rezervă (ricin, graminee ş.a); puţine plante au *seminţe exalbuminate*, deci lipsite de un ţesut special de rezervă; în acest caz substanţele de rezervă se depozitează în cotiledoanele embrionului (leguminoase, compozee).

Alteori nucela ovulului nu dispare, ci chiar se hipertrofiază, acumulând o parte relativ

Scanned with OKEN Scanner

mare din rezervele viitoarei seminţe; acest ţesut nutritiv al embrionului, rezultat din nucelă, aflat în afara albumenului, se numeşte **perisperm** (măr, piper, sfeclă, garoafă, nufăr). În foarte puţine cazuri (***Canna indica*** **L.**), albumenul nu se dezvoltă deloc, în sămânţă aflându-se doar perisperm.

După felul substanţelor de rezervă predominante, seminţele se numesc: amilacee (graminee), aleuronice (leguminoase, umbelifere), oleaginoase (ricin, floarea soarelui, în cânepă, rapiţă, alune de pământ) şi cornos-hemicelulozice (curmal, cafea).

▲ **Structura seminţei albuminate**, la ricin - ***Ricinus communis*** **L.** - fam. ***Euphorbiaceae*** (secţiuni: longitudinale şi transversale) (fig. 148 d - g).

La ricin, seminţele sunt închise câte trei într-un fruct numit capsulă.

Fiecare sămânţă, de formă eliptică sau ovoidal-alungită, are o faţă dorsală bombată şi una ventrală plată.

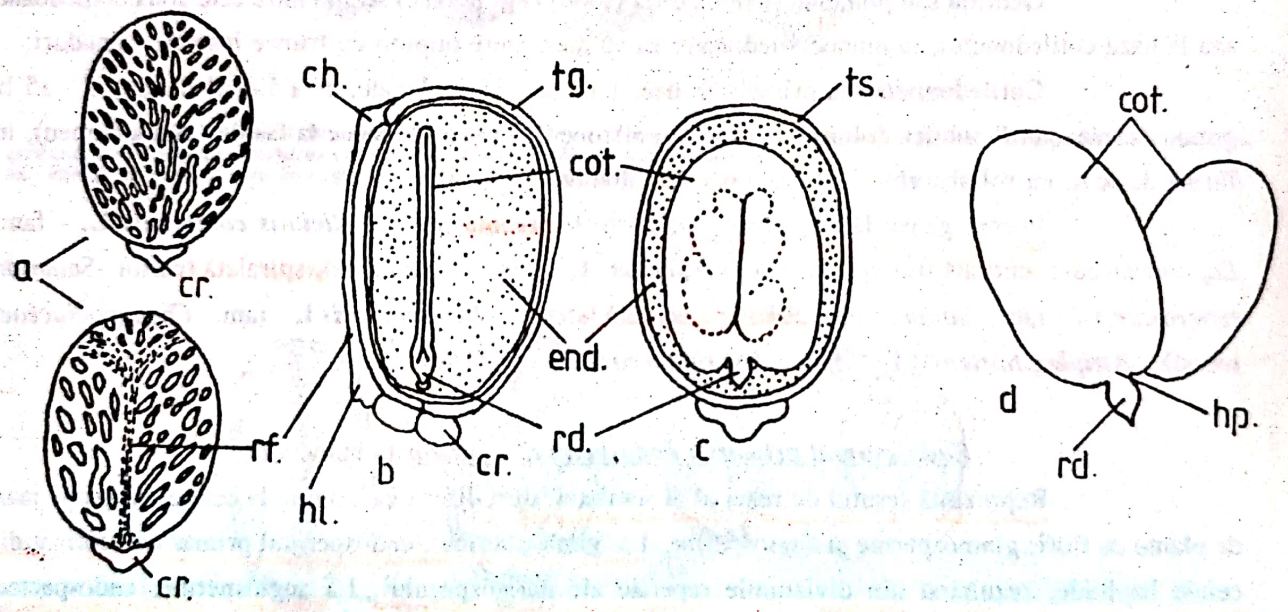


Fig. 148. Morfologia seminţei albuminate de*Ricinus communis:* **a** - sămânţa văzută dorsal (sus) şi ventral (jos); **b, c** - secţiune longitudinală prin rafeu (b) şi paralel cu cele două feţe (c); **d** - embrion, inclusiv cotiledoanele foarte subţiri: **ch** - chalază; **cr** - caruncul; **cot** - cotiledoane; **end** - endosperm (albumen), **hp** - axă hipocotilă; **hl** -hil; **rd** -radiculă; **rf** rafeu; **tg** - tegument; **ts** - testă (orig.)

La exterior se află **tegumentul**, alcătuit din: - testă de consistenţă dură, colorată în nuanţe de cafeniu şi cu pete albicioase; pe faţa ventrală a seminţei, pe mediana acesteia se observă o dungă longitudinală fină, care reprezintă **rafeul;** la extremitatea acestuia se află locul **şalazei**, iar la partea bazală, o proeminenţă numită **caruncul**, ce acoperă micropilul; **tegument** subţire şi celulozic.

Scanned with OKEN Scanner

Pe faţa ventrală, lângă caruncul se află o mică adâncitură care reprezintă hilul.

Într-o secţiune longitudinală prin rafeu, în dreptul caruncululi, se observă **embrionul**, alcătuit din radiculă, tigelă, gemulă şi două cotiledoane (văzute lateral), ca două foiţe albe, subţiri, înconjurate de **albumenul** oleaginos şi masiv (în care se află şi granule de aleuronă compuse), care formează corpul seminţei.

Într-o secţiune longitudinală efectuată paralel cu cele două feţe ale seminţei (deci pe muchie) se observă mai clar embrionul cu cele două cotiledoane văzute din faţa (cu două foiţe albe, transparente, brăzdate de nervuri fine).

Pe secţiuni transversale se observă în detaliu *structura tegumentului* (fig. 149):

- epiderma, celule de formă tabulară, hialine sau colorate în cafeniu şi acoperite de cuticulă;
- parenchim pluristratificat, celulele stratului intern fiind alungite radiar;
- stratul cornos, cu celule înguste şi mult alungite radiar, cu pereţi puternic îngroşaţi şi lignificaţi, dispuse în palisadă; acest strat, împreună cu parenchhimul menţionat mai sus formează testa;
- parenchim pluristratificat cu celule turtite, ce formează tegmenul, sub care se află albumenul.

▲**Structura semintei exalbumunale**, la fasole - ***Phaseolus vulgaris*** **L.** - fam. *Fabaceae* (secţiuni: longitudinală şi transversală)(fig. 150 a).

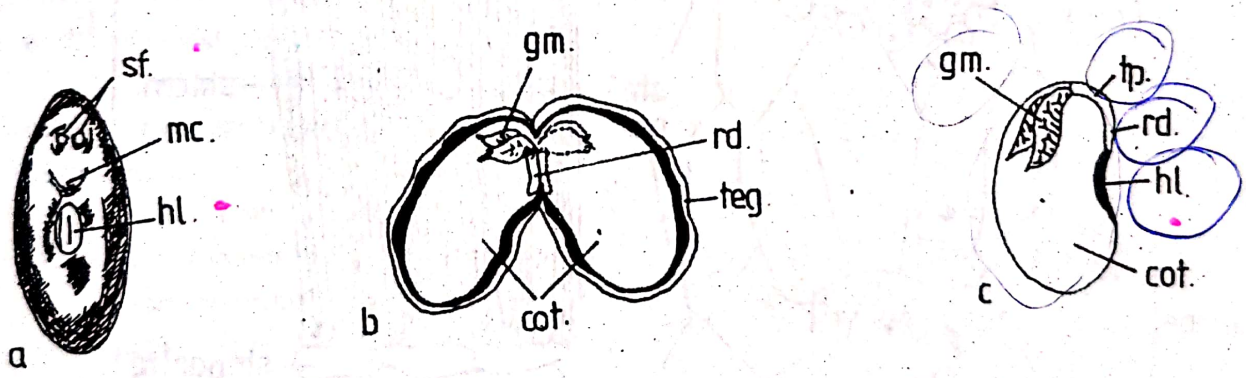


Fig. 150. Morfologia seminţei exalbuminate de *Phaseolus vulgaris;* a - văzută ventral; **b** - cu cotiledoanele desfăcute; **c** - o jumătate, cu embrion fără tegument:
cot - cotiledon; **gm** - gemulă sau muguraş; **hl** - hil; **rd** - radiculă sau rădăcinişă; **teg** - tegument; **tp** - tulpiniţă sau tigelă (orig.)

Sămânţa de fasole este adesea reniformă sau eliptică, mai rar sferică, protejată de un **tegument** neted. Privită pe latura concavă, sămânţa prezinta o cicatrice cu aspect de butonieră, numită **hil**, în apropierea căruia se observă o proeminenţă sferică numită **micropil**, cu un por în mijloc. Deasupra hilului şi micropilului sunt vizibile două excrescenţe numite tuberculi gemeni sau **strofiole**.

Într-o secţiune longitudinală făcută în dreptul hilului (după îndepărtarea tegumentului) se

Scanned with OKEN Scanner

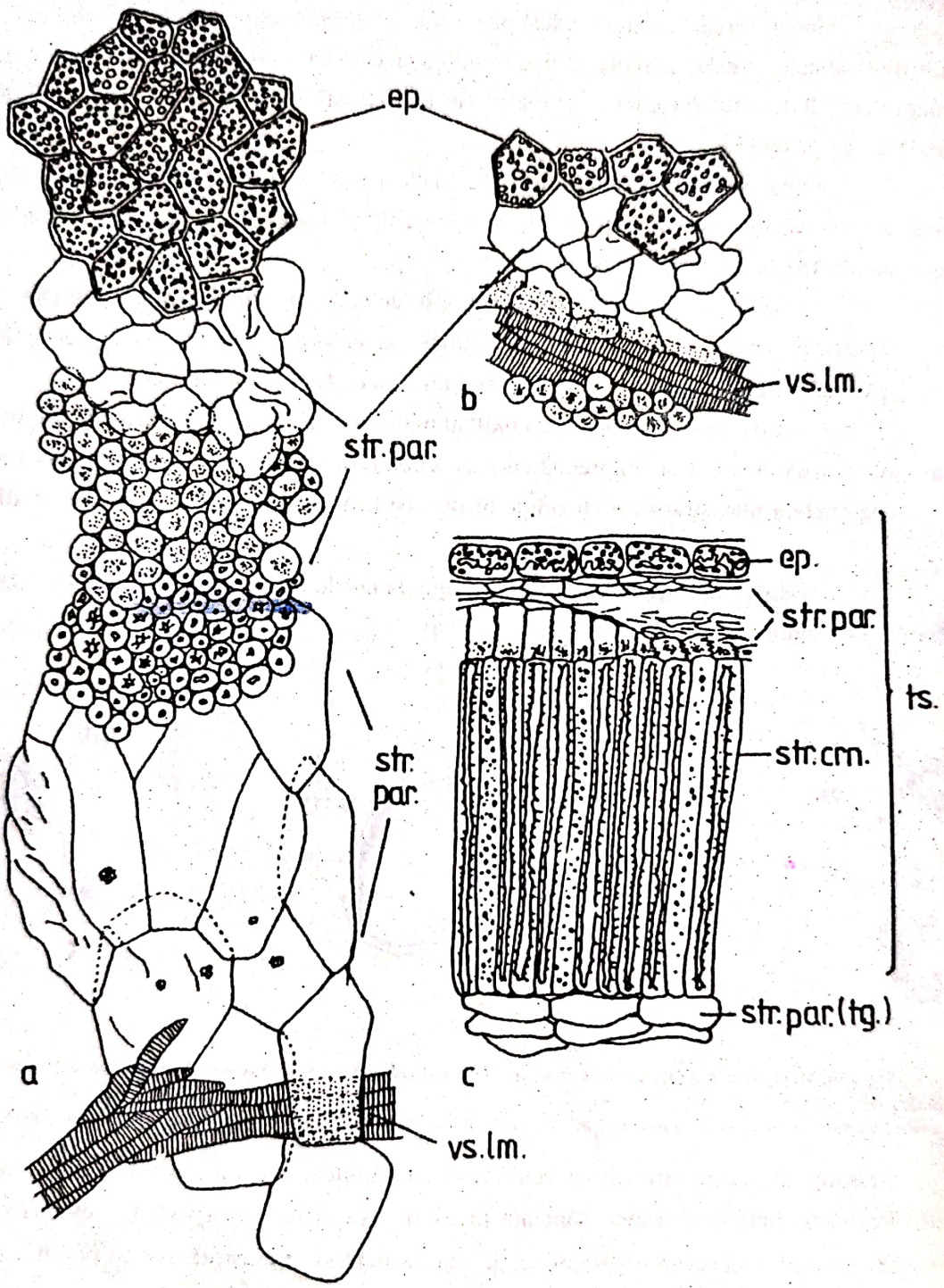


Fig. 149. Secțiune superficială (a, b) și transversală (c) prin tegumentul seminal de *Ricinus communis*: ep - epidermă; str - straturi (crn - cornos; par - parenchimatic); tg - tegument; ts - testă; vs.lm - vase de lemn (d. Nikitin și Pankova)

Scanned with OKEN Scanner

observă **embrionul,** format din radiculă, tigelă, gemulă şi două cotiledoane mari, bogate în granule de amidon şi de aleuronă simple ce formează masa bobului de fasole; cotiledoanele preiau astfel rolul albumenului.

Radicula are formă conică şi este orientată cu vârful spre micropil. În continuarea radiculei se află tigela, cilindrică, care se termină cu gemula, care prezintă două frunzuliţe mici.

Într-o secţiune transversală prin sămânţă se poate vedea bine *structura tegumentului* (fig.151):

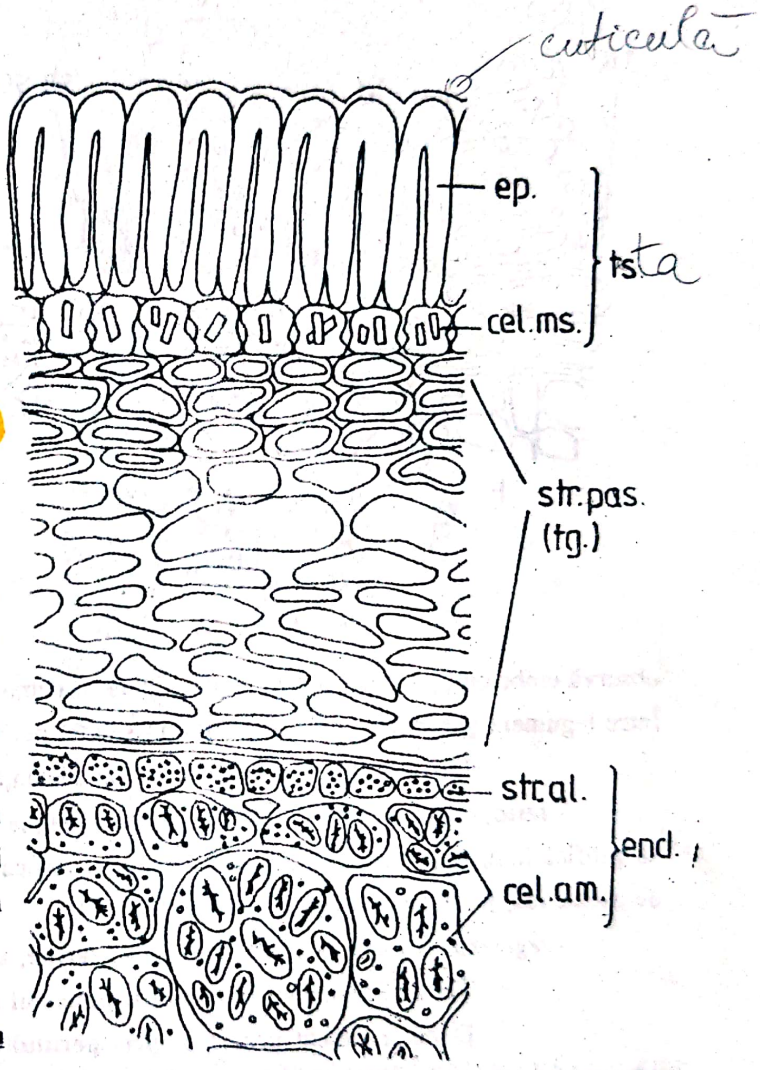


Fig. 151. Structura tegumentului seminal de *Phaseolus vulgaris*:
cel - celule (am - amilifere; ms - informă de mosor), end endosperm (albumen); ep - epidermă; str - straturi (al - de celule cu aleuronă; par - parenchimatice); tg - tegument; tp - tulpinijă sau tigelă; ts - testă (d. Morlova)

- epiderma, cu celule dispuse în palisadă, având toţi pereţii puternic îngroşaţi, cei externi fiind acoperiţi de cuticulă; acest strat de celule alcătuieşte testa propriu-zisă;

- un strat hipodermic, cu celule în formă de mosor, alungite radiar şi având pereţii puţin îngroşaţi;

- un parenchim pluristratificat, cu celule uşor alungite tangenţial şi având pereţii puţin îngroşaţi;

Toate aceste trei pături alcătuiesc testa în sens larg (cu rol protector).

- un parenchim pluristratificat, cu celule turtite, având toţi pereţii subţiri şi culuzozici, reprezentând tegmenul (cu rol în absorbţia apei).

▲ **Structura semintei cu perisperm**, la măr - ***Malus pumila*** **Mill.** var. ***domestica*** - fam. *Rosaceae* (secţiune transversală)(fig. 152).

Sămânţa este alungită şi turtită într-un plan radiar cu fructul. Prezintă o parte mai ascuţită, unde se află hilul. Pe una din feţele laterale ale seminţei, spre vârf se observă rafeul - o îngroşare

Scanned with OKEN Scanner

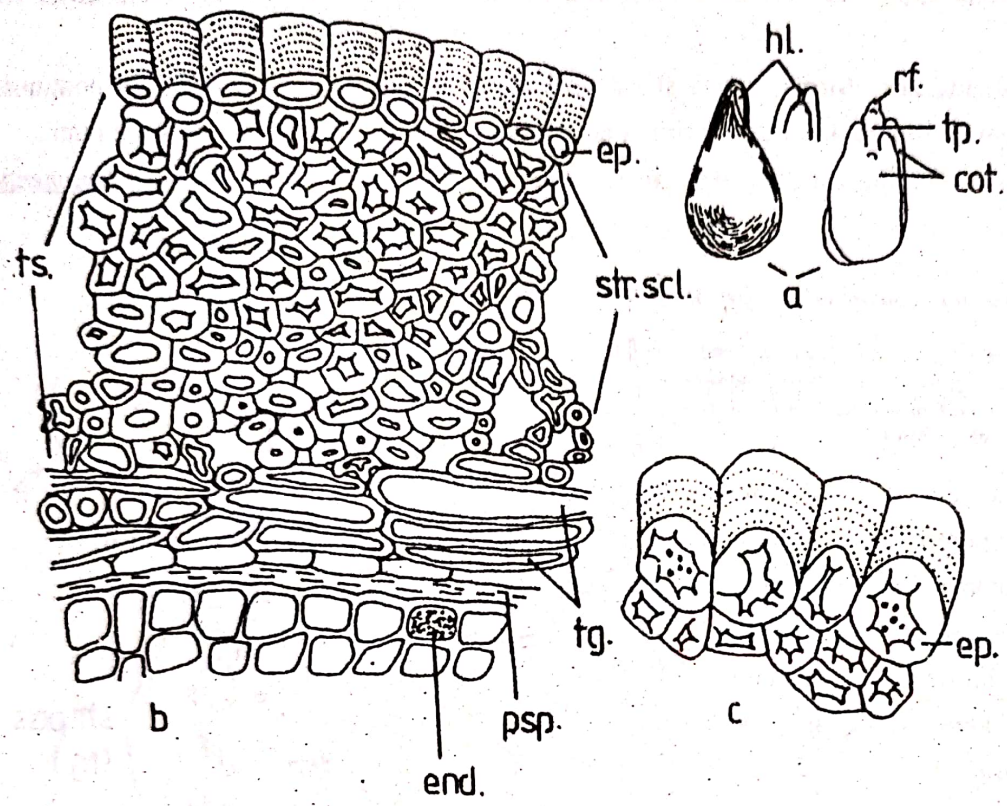


Fig. 152. Morfologia şi structura seminţei de *Malus pumila:* a - sămânţa cu şi fa^Ra (dreapta) tegument; b - structura tegumentului seminal, secţiune transversală; c - epidermă gelificată: cot - cotiledoane; end - endosperm; ep epidermă; hl - hil; psp - perisperm; rf - rafeu; str.scl - straturi de celule sclerificate; tg - tegument; tp - tulpiniţa (tigelă); ts - testă (a - d. tarnavschi; b, c - d. Nikitin şi Pankova)

longitudinală ce se întinde de la hil până la baza seminţei; tegumentul are culoare brună. Sub tegument se observă embrionul, format din radiculă, tigelă, o gemulă foarte redusă şi două cotiledoane foarte mici. Între tegument şi cotiledoanele embrionului se află perisperm, urmat de albumen.

Într-o secţiune transversală prin sămânţă, de la exterior spre interior distingem:

- *testa*, cu un strat epidermic de celule alungite radiar, având peretele extern foarte îngroşat (ce se gelifică în apă) şi o zonă de parenchim pluristratificat, cu celule poligonale de culoare brună, având, de asemenea, pereţi îngroşaţi şi lignificaţi;

- *tegmenul*, cu câteva straturi de celule turtite, având pereţii subţiri şi celulozici.

Testa şi tegmenul formează tegumentul seminal.

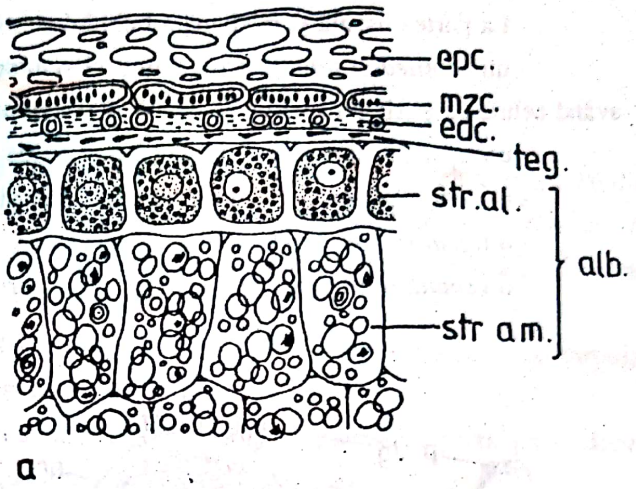
După tegument urmează **perispermul**(cu celule turtite, având pereţii subţiri) şi apoi **albumenul** (în jurul cotiledoanelor), format din celule parenchimatice aproape cubice, bogate în aleuronă şi uleiuri.

La interior se află cotiledoanele groase, bogate în substanţe de rezervă (cu epidermă la exterior), după care urmează celelalte părţi ale **embrionului**.

Scanned with OKEN Scanner

▲ **Structura seminţei albuminate**, la grâu *Triticum aestivum* L. - fam. *Poaceae* (secţiuni: longitudinală şi transversală)(fig. 153).

La graminee, ceea ce este cunoscut sub denumirea de "sămânţă" reprezintă de fapt pericarpul intim concrescut cu sămânţa; acest tip de fruct se numeşte cariopsă (nuca), iar popular, bob.



a

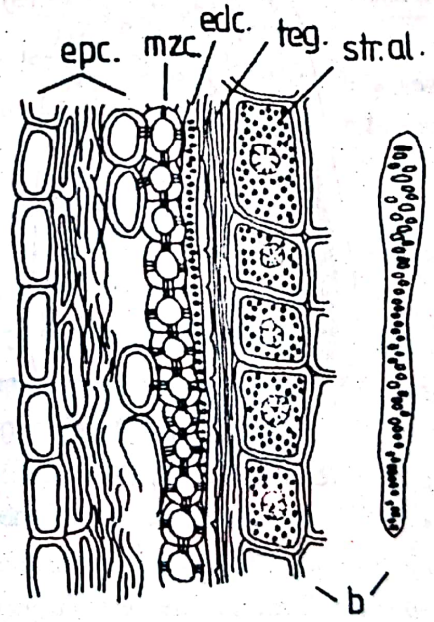


Fig. 154. Secţiune transversală (a) şi longitudinală (b) prin cariopsa de *Triticum aestivum*, detaliu:
alb - albumen (endosperm); **epc** - epicotil; **edc** - endocarp; **mz** - mezocarp; **prc** - pericarp; **str** - straturi (**al** - de celule cu aleuronă, **am** - amilifer); **tg** tegument; jos în dreapta, o celulă de mezocarp (a - d. Grinţescu, b - d. Esau)

Bobul de grâu are o formă aproximativ ovoidală, fiind uşor comprimat dorsiventral. La partea lăţită a bobului, adică la baza acestuia, pe faţa anterioară se observă embrionul; pe faţa posterioară, tot la bază, bobul prezintă o proeminenţă numită hil, conţinuată cu un şanţ. Spre polul opus, bobul se îngustează şi prezintă peri tectori scurţi.

Într-o secţiune longitudinală sau transversală prin fruct şi sămânţă distingem (fig. 154):

- la periferie, **pericarpul** sau peretele fructului, alcătuit din trei zone *epicarpul* (un strat de celule acoperit de cuticulă), *mezocarpul* (celule turtite, cu pereţi îngroşaţi, cele ale stratului intern având extremităţile rotunjite şi punctuaţii orientate transversal) şi *endocarpul* (un strat de celule rotunjite şi cu pereţii îngroşaţi);
- după pericarp urmează **tegumentul** seminţei, format din două straturi de celule turtite, de culoare brună;
- spre exterior se află un **albumen** foarte bine dezvoltat, alcătuit sub tegument dintr-un strat de

celule cu granule de aleuronă simple, după care urmează un parenchim format din celule foarte mari, bogate în granule de amidon, mai adesea simple, cu hil centric sau excentric.

- La partea bazală şi mediană a bobului se observă embrionul (fig. 153 b, c), alcătuit din:
- un *cotiledon lateral gros*, numit şi scutelum (al cărui strat dinspre albumen este absorbant, având celule cu enzime capabile să depolimerizeze amidonul);
- un *epiblast*, considerat un cotiledon redus, opus celuilalt;
- o *radiculă* bazală (cu meristem apical protejat de coleorhiză);
- o *tigelă* relativ lungă, în poziţie mediană;
- o *gemulă* terminală (cu meristem apical protejat de coleoptil).

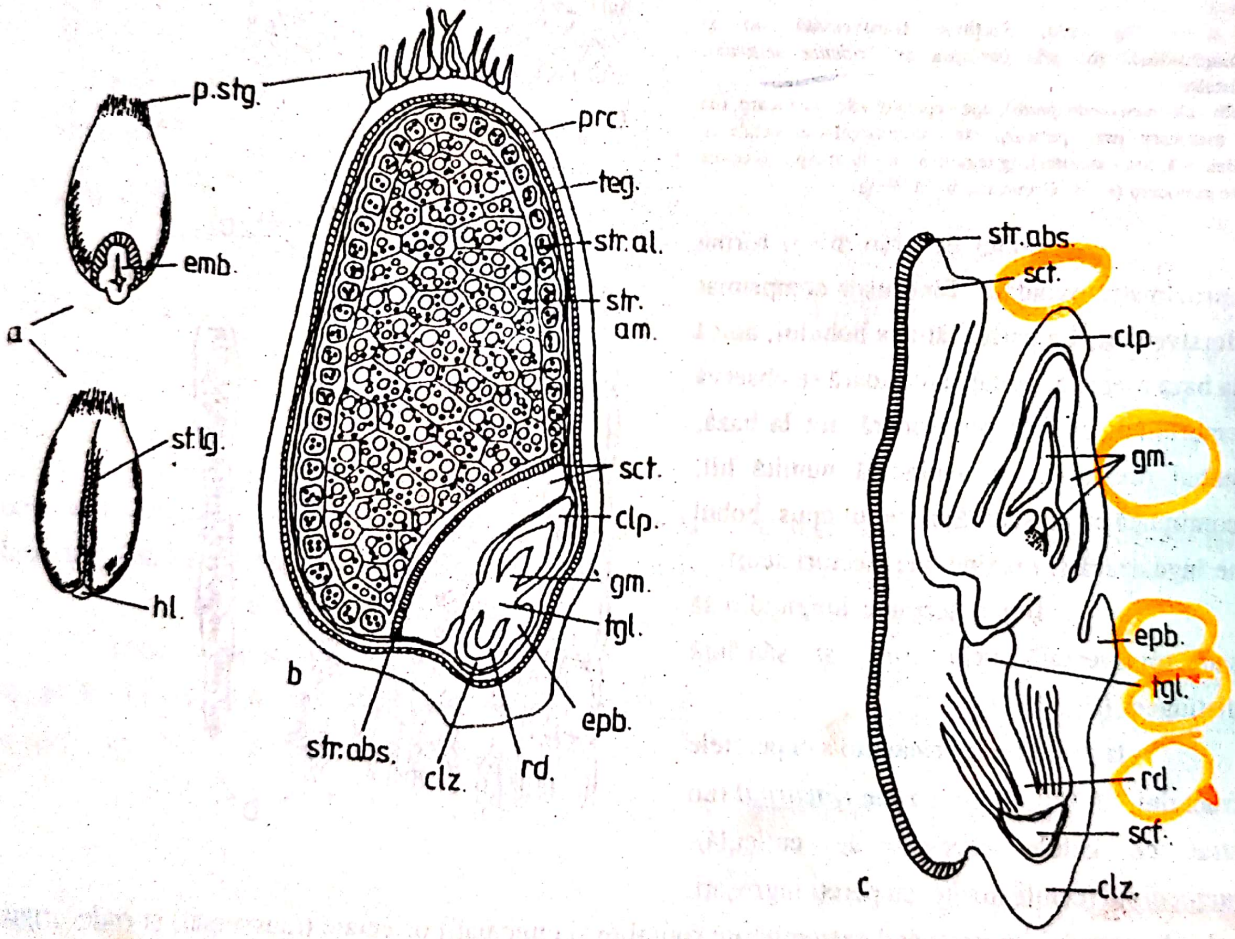


Fig. 153. Morfologia şi structura seminţei albuminate de *Triticum aestivum*: a - cariopsa văzută dorsal (sus) şi ventral jos);b - structura cariopsei, secţiune longitudinală; c - embrion, schemă:
clp - coleoptil; **clz** - coleoriză; **emb** - embrion; **epb** - epiblast; **gm** - gemulă; **hl** - hil; **p.stg** - peri stigmatici; **prc** - pericarp; **rd** - radiculă; **scf** - scufie; **sct** - scutellum; **str** - straturi (**abs** - absorbant; **al** - de celule cu aleuronă; **am** - amilifer); **tgl** - tigelă; **şt.lg** - şanţ longitudinal; **teg** - tegument (a,c - orig.; b - d. Mititelu şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

3. FRUCTUL

Fructul, numit şi pericarp*, este caracteristic angiospermelor, rezultând în principal din ovarul florii, în urma procesului de fecundare. După concepţia lui M. Guşuleac (1938) ar trebui numit fruct tot ceeea ce provine din gineceu şi din celellalte părţi ale florii, îndeosebi din receptacul. În acest caz vorbim de antocarpii şi nu ar mai trebui folosită denumirea de fruct fals.

În *alcătuirea pericarpului* intră trei componente distincte: epicarpul (exocarpul), mezocarpul şi endocarpul, cu origine, structură şi consistenţă adesea diferite.

Epicarpul provine din epiderma externă a carpelei; uneori, la alcătuirea lui participă şi câteva straturi de sub epidermă, devenind relativ dur (cucurbitacee: dovleac, pepene).

Mezocarpul provine din mezofilul carpelei; în el se găsesc fascicule conducătoare, iar uneori elemente mecanice (sclereide) şi secretoare.

Endocarpul provine din epiderma internă a carpelei; uneori, la alcătuirea lui participă şi câteva straturi de celule din partea internă a mezocarpului, care se sclerifică şi se lignifică puternic (prunidee: prun, cireş).

Consistenţa pericarpului poate fi cărnoasă sau uscată.

a. - Pericarpul cărnos îşi datoreşte această însuşire mezocarpului, format în acest caz din celule parenchimatice mari, vii, cu vacuolă bogată în zaharuri sau ulei. Uneori mezocarpul este relativ subţire şi spongios, iar endocarpul este gros, format din celule foarte mari, alungite, macroscopice, suculente, care proemineză în lojele ovariene (citrice); alteori endocarpul este gros, dur, format din sclereide (prunoidee).

b. Pericarpul uscat este format din celule moarte la maturitate, cu pereţi îngroşaţi şi lignificaţi de cele mai multe ori. Epicarpul, uneori împreună cu câteva straturi din mezocarp, poate da naştere la aripi (ulm, arţar, frasin), cârlige şi ţepi (ciumăfaie). Consistenţa pericarpului uscat este diferită, uneori acesta putând fi dur, format din sclereide (stejar), sau pergamentos (leguminoase).

Morfologie. După **numărul de seminţe**, fructele pot fi mono-di- şi polispermice. **Forma** fructului depinde de forma ovarului din care provine. **Marimea** variază, în mod obişnuit, de la câţiva milimetri la câţiva centimetri; mai rar sunt mari (cu diametru de peste 0,5 m la ***Cucurbita maxima***) sau foarte mari (câţiva metri lungime la ***Entada scandens)***. **Greutatea,** de asemenea variabilă, este cuprinsă

* mulţi carpologi înţeleg prin pericarp peretele fructului

Scanned with OKEN Scanner

între câteva zeci de miligrame până la mai multe zeci de kilograme (***Cucurbita maxima***). **Simetria** poate fi radiară sau bilaterală; mai rare sunt fructele monosimetrice sau asimetrice.

Nomenclatura fructelor

a. Carpidium (fructuleț): parte a fructului multiplu, provenită dintr-o carpelă a gineceului pluricarpelar apocarp (nucula, folicula, achena, drupeola).

b. Fructe simple: provin dintr-un gineceu monocarpelar sau din unul pluricarpelar cenocarp; în acest caz, dintr-o floare rezultă un singur fruct.

c. Fructe multiple: provin dintr-un gineceu pluricarpelar apocarp; în acest caz, dintr-o floare rezultă mai multe carpidii (uscate: poliachenă la ***Ranunculus, Adonis, Pisa*** și polifoliculă la ***Paeonia;*** cărnoase: polidrupă la ***Rubus***).

d. Fructe apocarpoide: provin dintr-un gineceu pluricarpelar, dar la maturitate carpelele se desfac și fiecare dă un fruct ce se detașează separat (tetranucula sau tetraachena de la labiate și boraginacee, disamara de la aceracee).

e. Fructe compuse (cenantocarpe): provin dintr-o inflorescență cu flori foarte apropiate între ele (soroza de la dud, sicona de la smochin, glomerulul de la sfeclă, știuletele de la porumb).

f. Fructe "false": provin din ovar, dar și din alte părți ale florii; pot fi: uscate (indehiscente: achena de la stejar, fag, carpen, rogoz, diachena de la umbelifere, cariopsa pe care persistă palei, ca la orez, ovăz, baca de la coacăz, peponida de la dovleac, poama de la pomoidee, fraga de la fragi, măceașa de la măceș; dehiscente: drupa de la nuc, peponida de la plesnitoare).

În anul 1938, M. Guşuleac și H. Winkler, independent unul de altul, elaborează un nou sistem al fructelor, care are la baza clasificării caractere morfogenetice, respectiv filogenetice (ținând seama de felul gineceului din care provin) și cuprinde trei serii mari de grupe de fructe: apocarpe, eusincarpe și apocarpoide.

În cadrul fiecăruia din aceste trei serii se disting, ținând seama de consistența și dehiscența pericarpului, precum și de modul de răspândire a semințelor, patru tipuri biologice sau ecologice de fructe: capsula, nuca, baca și drupa.

a. Capsula: fruct uscat, dehiscent la maturitate, în diferite moduri; ventricid, dorsicid, septicid, septifrag, poricid, circular sau combinat.

b. Nuca: fruct uscat, indehiscent la maturitate.

c. Baca: fruct complet cărnos, indehiscent.

d. Drupa: fruct cărnos (adesea indehiscent) cu endocarp tare (scleros).

Scanned with OKEN Scanner

Fructe apocarpe

- policarpice - (fig. 155)

Capsula (folicula) de la bujor - ***Paeonia officinalis*** **L.** - fam. *Ranunculaceae.* Rezultă din fiecare carpelă a gineceului apocarp 1 - 4 (5) - mer şi se deschide ventricid, adică pe linia de sutură a carpelei. Un fruct asemănător se întâlneşte la spânz - ***Hellaborus niger*** **L** - fam. *Ranunculaceae.* În ambele cazuri, din gineceul apocarp rezultă tot atâtea folicule (carpidii), câte carpele participă la formarea gineceului; din tot gineceul rezultă, deci, un fruct multiplu numit polifoliculă.

Nucula (achena) de la dediţei - ***Pulsatilla grandis*** **L.** - fam. *Ranunculaceae.* Este un tip de carpidium ce rezultă din fiecare carpelă a gineceului polimer şi pe care persistă stilul păros, ce se alungeşte mult după fecundare, devenind "organ" de zbor.

Carpidiile de la fragi- ***Fragaria moscata*** **Duch.** -fam. *Rosaceae*, cinci degete, coada racului, ***Potentilla sp.***, cerenţel - ***Geum sp.*** , măcieş - ***Rosa canina*** **L.** - fam. *Rosaceae* rezultă tot dintr-un gineceu apocarp, situat însă în receptaculul conic sau urceolat, care la unele specii (de ***Fragaria***) devine cărnos, pariticipând la răspândirea seminţelor pe cale endozoochoră.

Drupeola întră în alcătuirea fructului multiplu (polidrpă) de la speciile de mur, zmeur - ***Rubus idaeus*** **L.** - fam. *Rosaceae*; numeroasele drupeole (monosperme) sunt dispuse pe un receptacul conic cărnos.

- monocarpice - (fig. 156)

capsula (păstaia, leguma) de la plantele din fam. *Fabaceae* (fasole - ***Phaseolus vulgaris*** **L.**, mazăre - ***Pisum sativum*** **L.** ş.a.) este polispermă şi provine dintr-un gineceu monocarpelar; seminţele sunt fixate pe partea marginală a unicei carpele. Dehiscenţa acestui tip de capsulă este ventri-dorsicidă, făcându-se atât pe faţa dorsală (nervura mediană), cât şi pe cea ventrală (linia de sutură a marginilor carpelei), de la bază sper vârful fructului, în două valve.

Capsula (folicula) de la nemţişor - ***Delphinium consolida*** **L.** - fam. *Ranunculaceae*, provine dintr-un gineceu monocarpelar şi are dehiscenţa numai ventricidă şi este polispermă.

Capsula (păstaia) de la alunele de pământ ***Arachis hypogaea*** **L.** -fam. *Fabaceae*, provine tot dintr-un gineceu monocarpelar, este dispermă şi indehiscentă, comportându-se ca o nucula.

Baca de la dracilă - ***Berberis vulgaris*** **L.** - fam. *Berberidaceae*, este un fruct pseudomonocarpic, mono- sau polisperm, rezultat dintr-un gineceu pseudomonomer, adică format dintr-o carpelă fertilă şi din două carpele sterile; astfel de bace sunt răspândite pe cale endozoochoră.

Drupa de prun - ***Prunus domestica*** **L.** - fam. *Rosaceae* (ca de altfel de la toate speciile din subfam. *Prunoideae*) este un dur, scleros, cu rol în protejarea seminţei; acesta, împreună cu

Scanned with OKEN Scanner

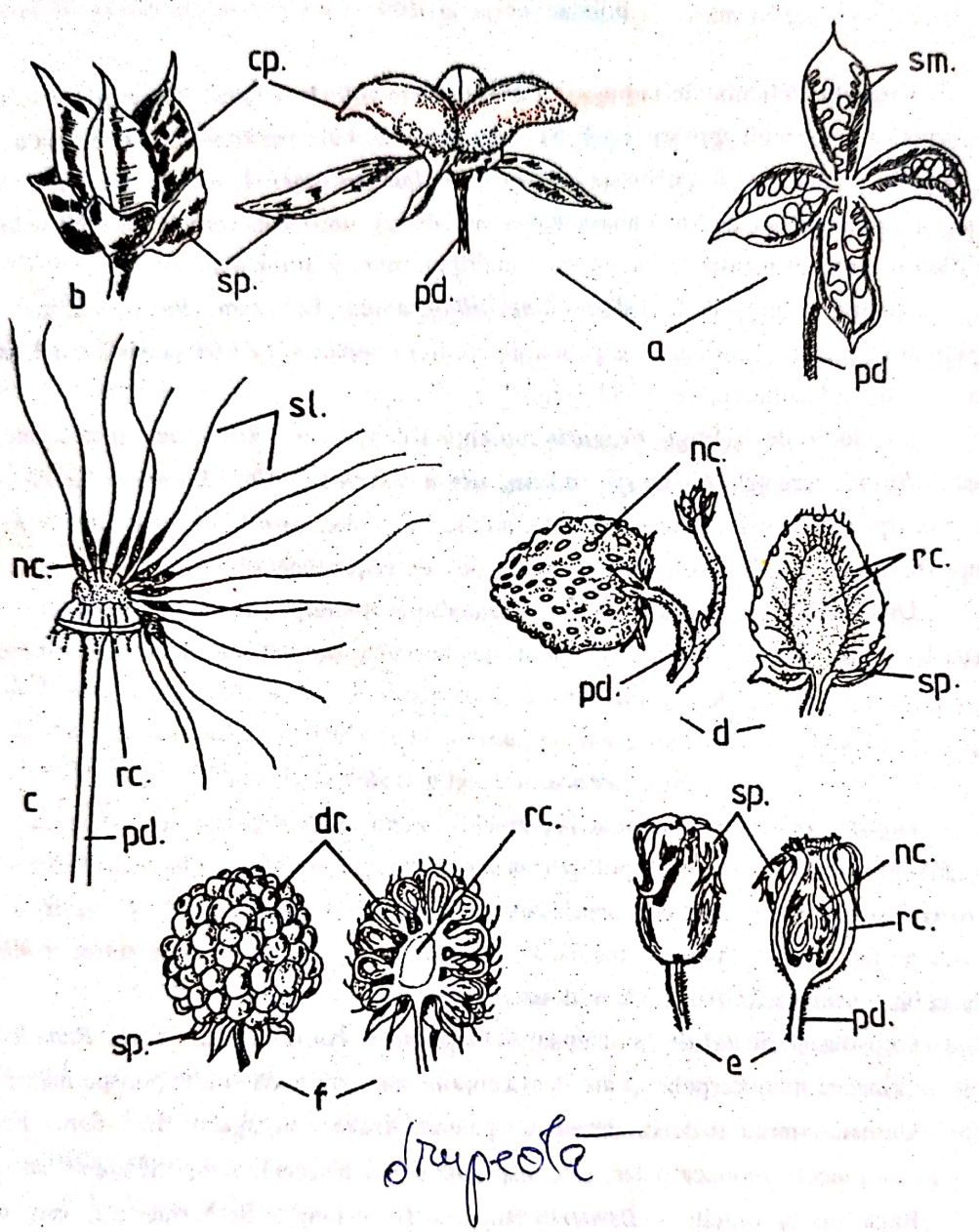


Fig. 155. Fructe apocarpe, policarpice: folicula: a - *Peonia officinalis;* b - *Helleborus niger* (în dreapta, folicule deschise); nucula: c -*Pulsatilla grandis;* carpidia (fruct fals): d -*Fragaria moschata;* e - *Rosa canina;* f - drupeola -*3Rubus idaecus* (d, e, f - dreapta secționate longitudinal):
cp - carpele; dr - drupeole; nc - nucule; pd - peduncul fructifer; rc - receptacul; st - stil; sp - sepale (d. Tarnavschi și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

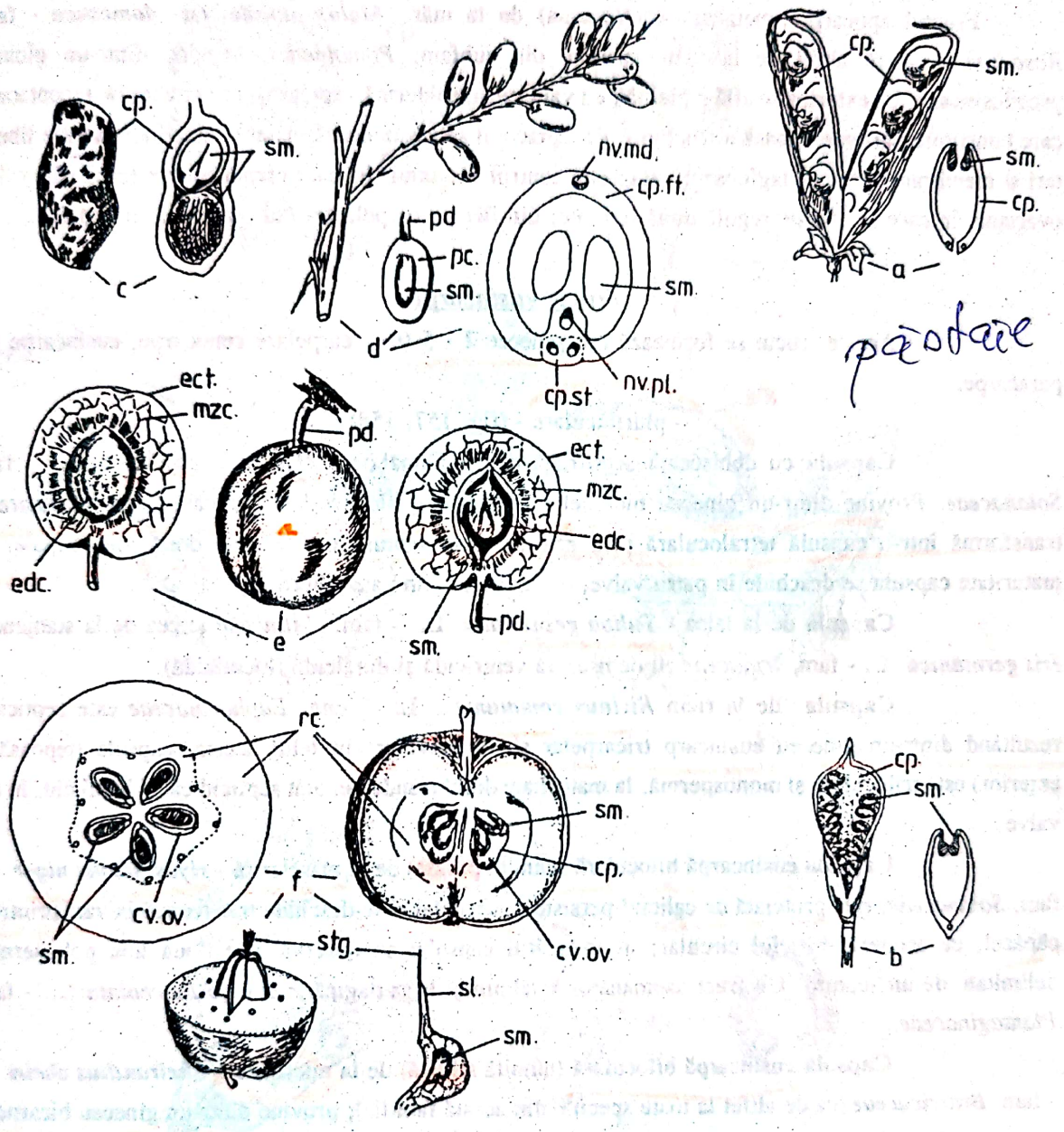


Fig. 156. Fructe apocarpe monocarpice (a, b, c, d) şi metasincarpe (f): păstaia dehiscentă: a - *Phaseolus vulgaris*; folicula: b - *Delphinium consolida*: păstaia indehiscentă: c -*Arachis hypogaea* (dreapta, secţionata longitudinal); baca:d - *Berberis vulgaris* (stânga - racem de fructe, mijloc - secţionată longitudinal; dreapta - secţionată transversal), schemă; drupa: e - *Prunus domestica* (dreapta şi stânga secţionata longitudinal); poama: f - *malus pumila* (stânga, secţionată transversal: sus, schemă, jos, carpele dezgolite; dreapta: sus secţionată longitudinal, jos, fructuleţ izolat):
cp - carpelă (**ft** - fertilă; **st** - sterilă); **cv.ov** - cavitate ovariană; **ect** - ectocarp (epicarp); **edc** - endocarp; **mz** - mezocarp; **nv** - nervura (**md** mediană; **pl** - placentară); **pc** -pericarp; **pd** - peduncul fructifer; **rc** - receptacul; **st** - stil; **sm** - sămânţă; **stg** - stigmat (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

endocarpul formează aşa - numitul sâmbure.

Fructul apocarp - metansincarp (poama) de la măr ***Malus pumila*** var. ***domestica*** - fam. *Rosaceae* (ca de altfel de la toate speciile din subfam. *Pomoideae*), provine dintr-un gineceu pseudosincarp. La exterior se află o pieliţă (cu valoare de epidermă - epicarp), ce protejează receptaculul care constituie partea cărnoasă a fructului. Receptaculul se intercalează printre cele cinci carpele libere, tari şi membranoase (cartilaginoase), situate în centrul fructului. Fiecare carpelă delimitează câte o lojă ovariană, în care se află de regulă două seminţe; din fiecare carpelă rezultă o capsulă (foliculă)**.

Fructe eusincarpe

Aceste fructe se formează din ginecee 2 - 5 (6) - carpelare cenocarpe, eusincarpe sau paracarpe.

- pluriloculare - (fig. 157, 158)

Capsula cu dehiscenţă septifragă de la ciumăfaie - ***Datura stramonium*** **L.** - fam. *Solanaceae*. Provine dintr-un gineceu bicarpelar eusincarp, pluriovular, dar care după fecundare se transformă într-o capsulă tetraloculară prin apariţia unui septum fals în cele două loje iniţiale. La maturitate capsula se deschide în patru valve, diseminarea fiind autochoră.

Capsula de la lalea - ***Tulipa gesneriana*** **L.** - fam. *Liliaceae* şi cea de la stânjenel - ***Iris germanica*** **L.** - fam. *Iridaceae* au dehiscenţă ventricidă şi dorsicidă (loculicidă).

Capsula de la ricin ***Ricinus communis*** **L.** - fam. *Euphorbiaceae* este septicidă, rezultând dintr-un gineceu eusincarp tricarpelar şi monoovular; în felul acesta, capsula (ţepoasă la exterior) este triloculară şi monospermă, la maturitate deschizându-se, atât septicid cât şi loculicid, în trei valve.

Capsula eusincarpă biloculară (numită pixidă) de la măselariţă - ***Hyoscyamus niger*** **L.** fam. *Solanaceae*, este protejată de caliciul persistent, urceolat şi se deschide transversal la vârf printr-un căpăcel, ce acoperă orificiul circular; în interiorul capsulei se observă cele două loje polispermie, delimitate de un septum. Un fruct asemănător întâlnim şi la patlagină ***Plantago lanceolata*** **L.** - fam. *Plantaginaceae*.

Capsula eusincarpă biloculară (numită silicvă) de la micşunea - ***Cheiranthus cheiri*** **L.** - fam. *Brassicaceae* (ca de altfel la toate speciile din această familie), provine dintr-un gineceu bicarpelar cenocarp, în mijlocul căruia apare un perete fals (replum), rezultat dintr-o excrescenţă a altor două carpele reduse. La maturitate, fructul 4-unghiular, uşor comprimat, se deschide (de la bază spre vârf) prin desprinderea celor două

** unii autori consideră fructul de măr o polifoliculă

Scanned with OKEN Scanner

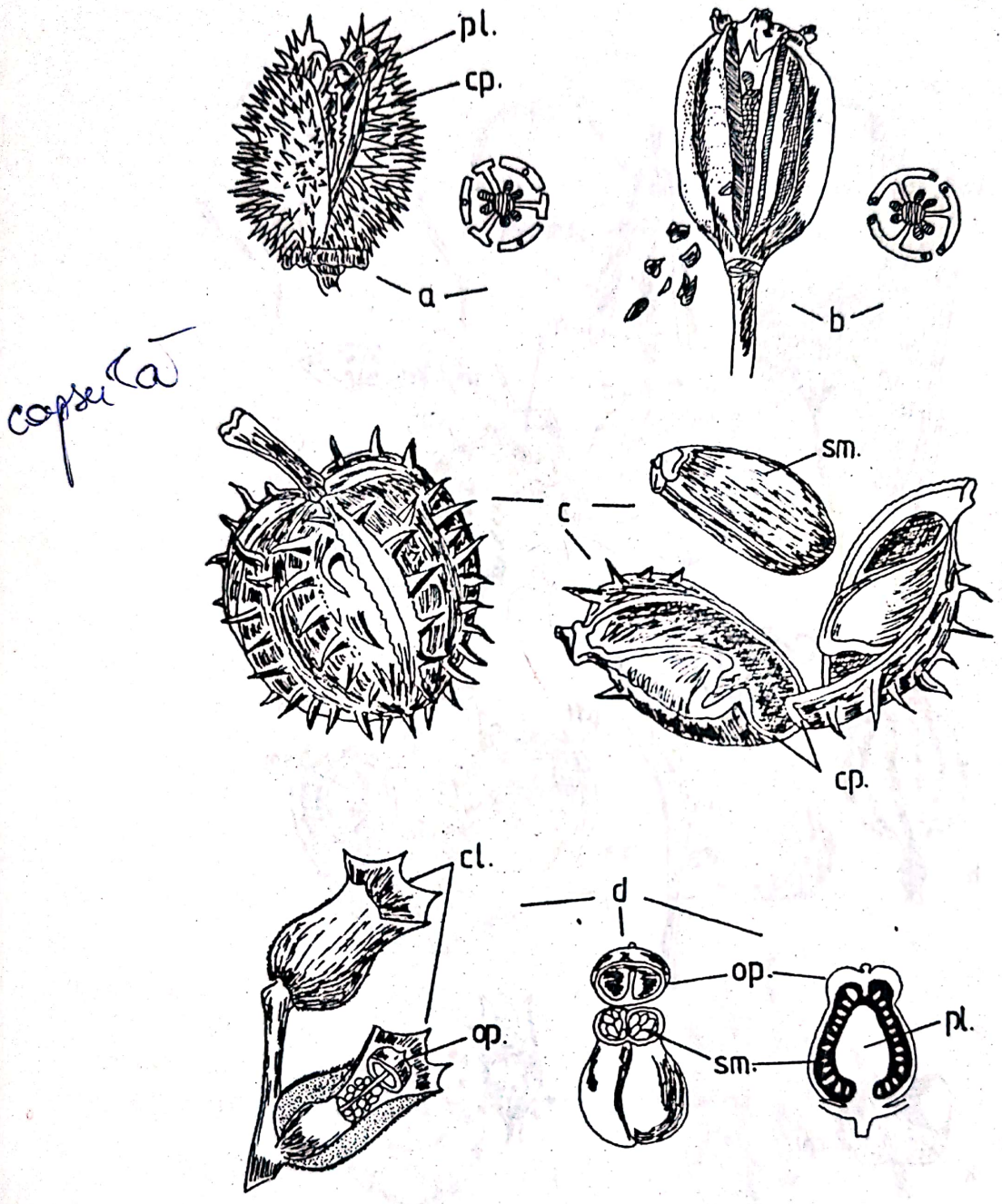


Fig. 157. Fructe eusincarpe pluriloculare: **c a p s u l a**: **a** - septifragă, *Datura stramoniu*; **b** - loculicidă, *Tulipa gesneriana*; **c** - septicidă, *Ricinus communis* (dreapta, capsula deschisă şi sămânţa); **d** - fixidă, *Hyascyamus niger* (stânga, ramură cu fructe protejate de caliciu; mijloc, capsulă deschisă; dreapta, închisă şi secţionată longitudinal); **e** - silicva, *Cheiranthus cheiri;* **g** - rediviva; **f, g** - silicula angustisepată, *Capsela bursa pastoris*(f) şi latisepată *Lunaria rediviva* (g); **h** - poricidă, *Papaver somniferum;* **i** - denticidă, *Primula officinalis;* **n u c a**: **j** - *Tilia sp* (dreapta, secţionată transversal şi longitudinal); **k** - *Quercus robur*:
br - bractee; **cl** - caliciu; **cot** - cotiledoane; **cp** - carpelă (**ft** - fertilă; **st** - sterilă); **cv.ov** - cavitate ovariană; **edc** - endocarp; **emb** - embrion; **epc** - epicarp (exocarp); **nc** - nucă; **op** - opercul; **pc** - pericarp; **pd** - pedunculul fructifer; **pl** - placentă; **pr** - pori; **rp** - replum (sept); **sm** - sămânţa (d. Tarnavschi şi colab.)

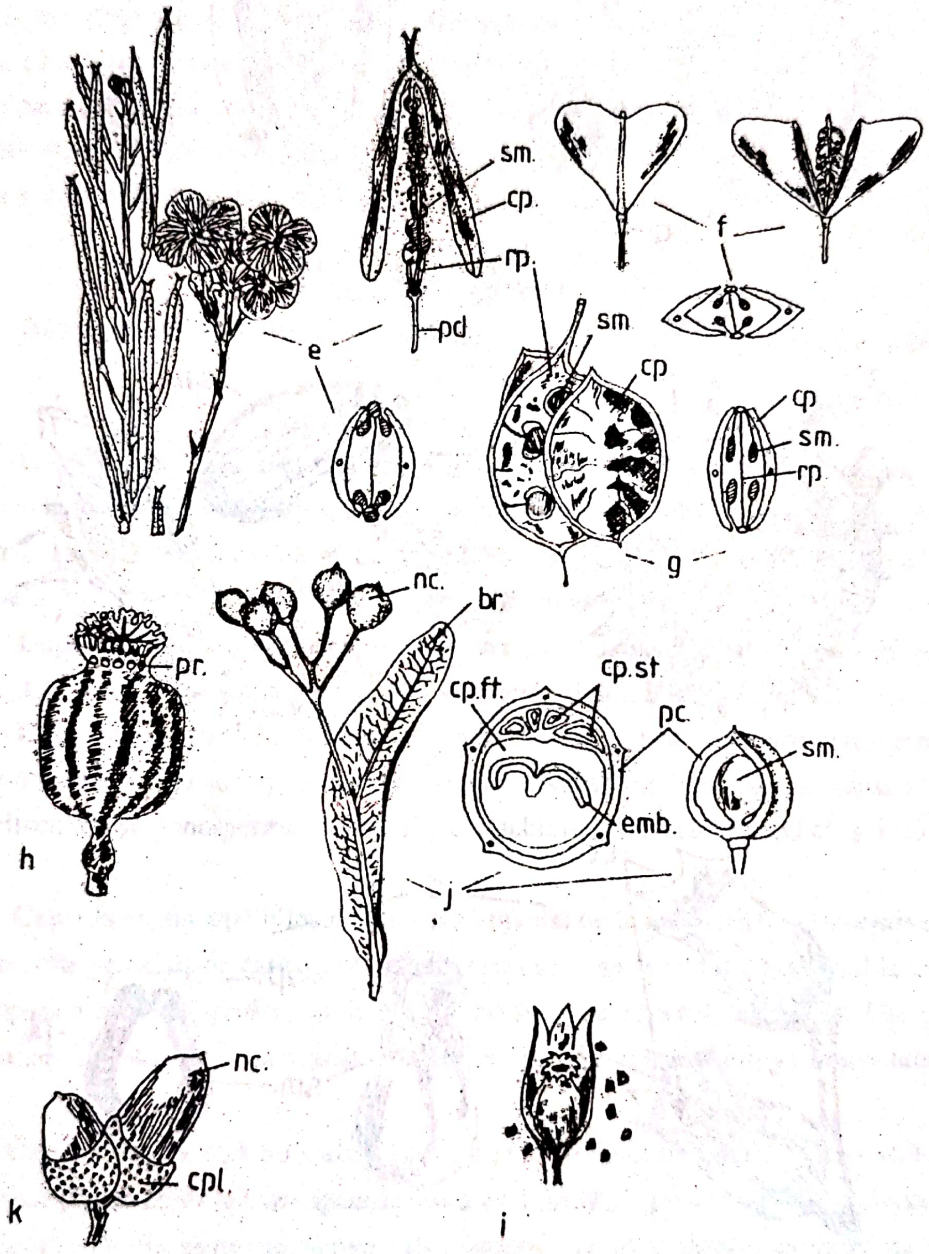


Fig. 157 e, f, g, h, i, j, k,

Scanned with OKEN Scanner

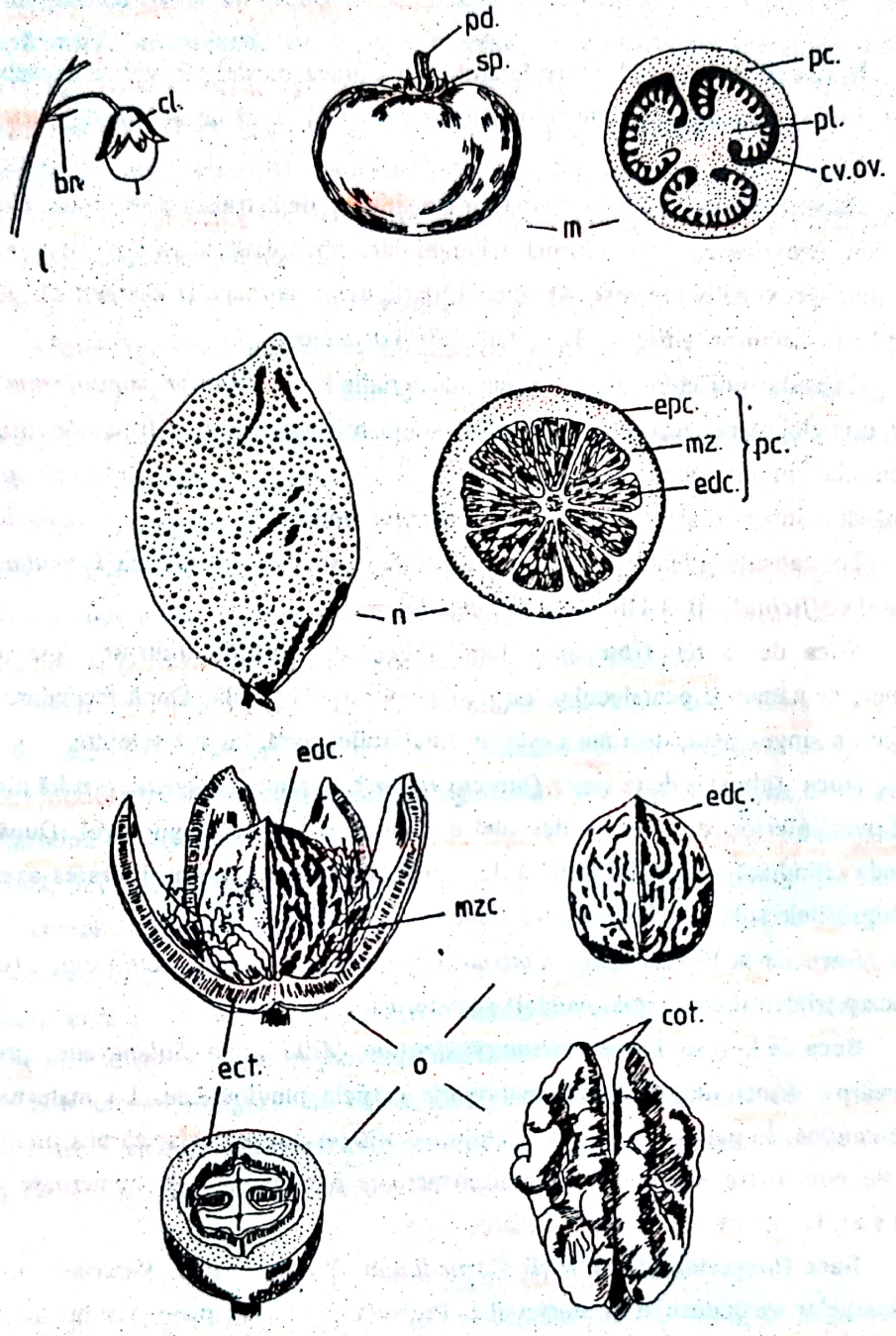


Fig. 158. Fructe eusincarpe pluriloculare: b a c a:l - *Convallaria majalis*, m - *Lycopersicum esculentum* (dreapta, secțiune transversală); **n - hesperida, *Citrus limon*** (dreapta, secțiune transversală); **d r u p a: o - *Juglans regia*** (stânga sus - fruct matur cu pericarpul crăpat, jos - secționat transversal; dreapta, sus - sămânța închisă în endocarp, jos - fără endocarp):
br - bractee; **cl** - caliciu; **cot** - cotiledonae; **cp** - carpelă (**ft** - fertilă; **st** - sterilă); **cv.ov** - cavitate ovariană; **edc** - endocarp; **emb** - embrion; **ep** - epicarp (exocarp); **nc** - nucă; **op** - opercul; **pc** - pericarp; **pd** - peduncul fructifer; **pl** - placentă; **pr** - pori; **rp** - replum (sept); **sm** - sămânța (d. Tarnavschi și colab.)

Scanned with OKEN Scanner

carpele normale sub formă de capace laterale, iar pe septul fals sunt prinse, de o parte şi de alta, seminţele.

În funcţie de raportul dintre lungimea şi lăţimea acestei capsule se deosebesc: *silicva* (ca la micşunea, varză, usturoiţă ş.a.), de cel puţin 3 - 4 ori mai lungă decât lată şi *silicula*, mai scurtă decât lată.

Capsula eusincarpă biloculară (numită siliculă) de la traista ciobanului - ***Capsella bursa - pastoris*** **L.**- fam. *Brassicaceae*, are o formă triunghiular - obcordată; la vârf este uşor emarginată, iar feţele laterale sunt aproximativ convexe. O silicuă foarte mare, aproape izodiametrică, pergamentoasă, întâlnim la lopăţea - ***Lunaria rediviva*** **L.** - fam. *Brassicaceae.*

Capsula poricidă de la macul de grădină - ***Papaver somniferum*** **L.** - fam. *Papaveraceae*, este globulară, ovată sau sferică. Sub stigmatul stelat-lobat, în formă de rozetă, se observă porii dispuşi circular. In interior capsula este pluriseptată, conţinând numeroase seminţe mici, reniforme. Un fruct asemănător întâlnim şi la gura leului ***Anthirrium majus*** **L.** - fam. *Scrophulariaceae.*

Tot **capsulă** (denticidă) este şi fructul de la plantele din familia *Primulaceae* (ciuboţica cucului - ***Primula officinalis*** **(L.) Hill.**) şi *Caryophyllaceae* (garoafa).

Nuca de la tei ***Tilia sp.*** - fam. *Tiliaceae,* rezultă dintr-un gineceu eusincarp, pseudomonomer, pentamer şi pentalocular, cu o singură carpelă fertilă. După fecundare se dezvoltă o singură lojă, cu un singur ovul, deci nuca este în final uniloculară, cu 1-2 seminte.

Nuca (ghinda) de la stejar ***Quercus robur*** **L.** - fam. *Fagaceae,* rezultă dintr-un gineceu tricarpelar cu ovar inferior, din care se dezvoltă o singură lojă şi un singur ovul. După fecundare se formează ghinda cilindrică, acoperită la bază de o cupulă provenită din proliferarea axei florale, care concreşte cu hipsofilele solzoase de la periferia cupulei.

Baca de la lăcrămioară - ***Convallaria majalis*** **L.**- fam. *Liliaceae,* rezultă dintr-un gineceu eusincarp trimer şi are formă ovoidală sau sferică.

Baca de la roşie ***Lycopersicum esculentum*** Mill. - fam. *Solanaceae,* provine dintr-un gineceu eusincarp, format din două sau mai multe carpele pluviovulate. La maturitatea fructului, endocarpul se gelifică. În partea centrală a fructului se află ţesutul placentar cărnos, mult dezvoltat, de care sunt fixate numeroase seminţe. Fructe asemănătoare mai întâlnim la numeroase alte solanacee (vinete, ardei ş.a), la viţa de vie, curmal, bananier, ş.a.

Baca (hesperida) de la lămâi ***Citrus limon*** **Burm.** - fam. *Rutaceae,* provine dintr-un gineceu pentacarpelar spentalocular şi pluriovulat. Prezintă un epicarp pielos (cu buzunare secretoare), mezocarp alb spongios şi endocarp transformat în peri unicelulari lungi, suculenţi, ce alcătuiesc partea comestibilă a fructului.

Drupa de la nuc - ***Juglans regia*** **L.** - fam. *Juglanceaea*, este parţial dehiscentă şi

Scanned with OKEN Scanner

provine dintr-un gineceu eusincarp bicarpelar, unilocular şi uniovulat, cu ovar inferior. După fecundare rezultă o drupă mare, globuloasă, cu o parte externă verde, cărnoasă (rezultată din concreşterea receptaculului cu epicarpul şi mezocarpul) şi o parte internă dură, lemnoasă, care reprezintă endocarpul ce închide o sămânţă mare, fără albumen, cu două cotiledoane foarte mari (bogate în ulei), cerebroide, împărţite incomplet în patru prin două septumuri subţiri şi pieloase.

Din această categorie fac parte şi drupele poliseminale de la păducel, ca şi cele monoseminale de la corn, soc, palmieri ş.a.

- uniloculare - (fig. 159)

Aceste fructe provin dintr-un gineceu cenocarp paracarp.

Capsula de la toporaşi - ***Viola elatior* Fries.** - fam. *Violaceae*, provine dintr-un gineceu cenocarp-paracarp tricarpelar şi se deschide dorsicid în trei valve protejate de sepale, seminţele fiind brusc aruncate la o anumită distanţă.

Nuca (samara) de la ulm - ***Ulmus glabra* Huds.** - fam. *Ulmaceae*, provine dintr-un gineceu cenocarp - paracarp, bicarpelar, uniovulat. Ea are formă eliptică sau ovoidă şi prezintă o sămânţa turtită, înconjurată complet de o aripă membranoasă, rezultată din modificarea pericarpului. Un fruct asemănător întâlnim şi la frasin - ***Fraxinus excelsior* L.** - fam. *Oleaceae*.

Nuca (cariopsa) de la grâu - ***Triticum aestivum* L.** - fam. *Poaceae* (ca de altfel şi de la alte specii din acestă familie) este tot un fruct eusincarp, ce provine dintr-un gineceu bicarpelar unilocular şi are pericarpul strâns concrescut cu tegumentul seminţei. Cariopsa de la grâu are formă ovoidală şi se termină la partea apicală cu peri fini. Pe faţa ventrală fructul prezintă un şanţ longitudinal, iar pe cea dorsală, la bază, se observă embrionul în relief, acoperit de pericarpul subţire.

Drupa de la palmierul de cocos - ***Cocos nucifera* L.** - fam. *Palmae*, este un fruct eusincarp unilocular, ce provine dintr-un gineceu paracarp tricarpelar. Ea prezintă epicarp neted şi subţire, mezocarp gros şi fibros, endocarp pietros; acesta din urmă închide o sămânţă mare, al cărui albumen conţine un suc lăptos bogat în substanţe nutritive.

Din aceeaşi categorie de fructe face parte şi nuca (achena) de la plantele din fam. *Asteraceae*, care are pericarp dur, ce nu este concrescut cu unica sămânţă; provine dintr-un gineceu bicarpelar (***Helianthus annuus* L.**, ***Taraxacum officinale* Web.**)

Fructe apocarpoide (fig. 160)

Se formează din ginecee cenocarpe - bipolimere, care se desfac la maturitate în tot atâtea carpidii câte carpele au luat parte la formarea gineceului respectiv, sau într-un număr multiplu de carpidii; în primul caz fructele se numesc *euschizocarpe*, în al doilea caz, *anaschizocarpe*.

- euschizocarpe -

Scanned with OKEN Scanner

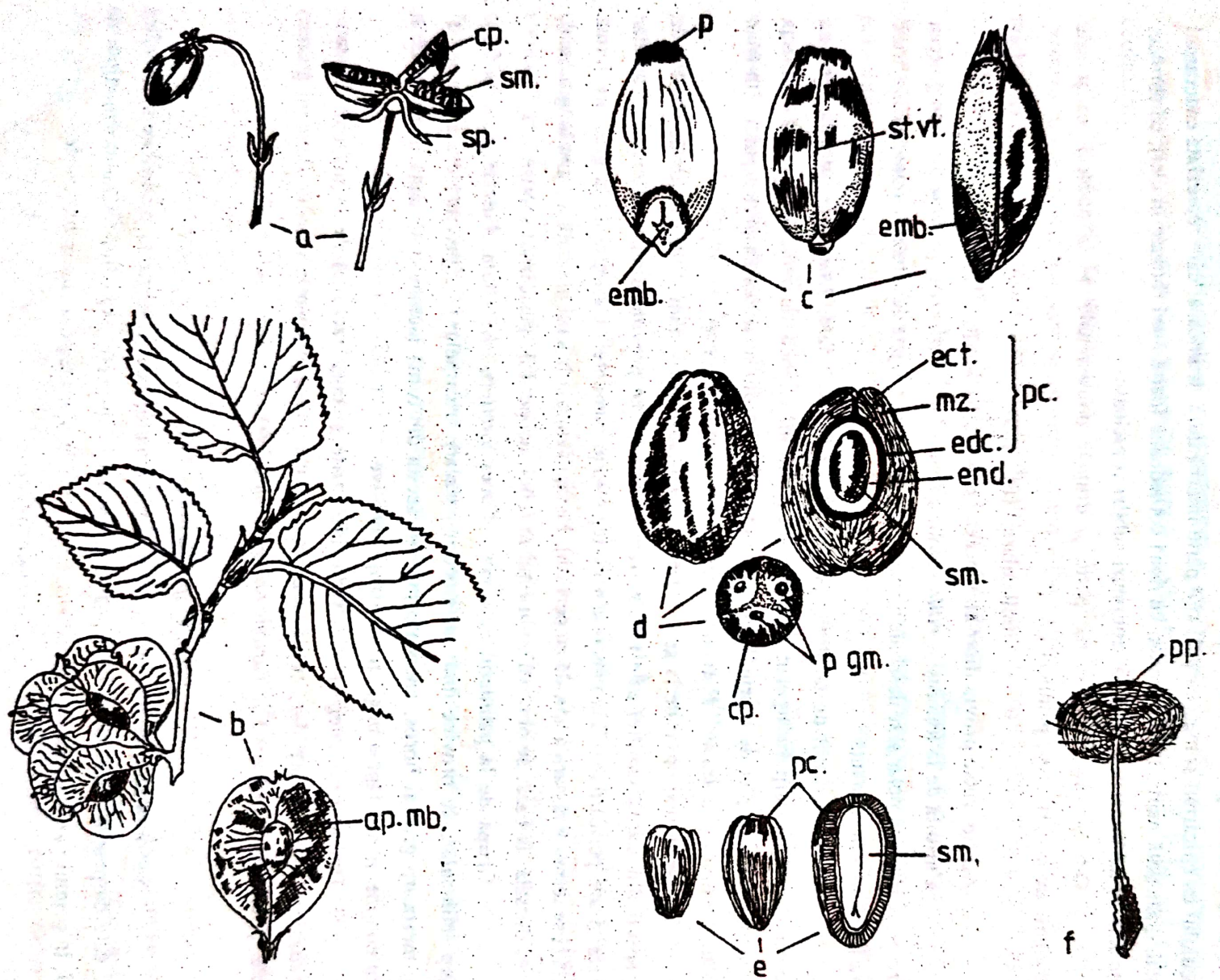


Fig. 159. Fructe eusincarpe uniloculare: a - capsula, *Viola elatior*; b - samara, *Ulmus glabra* (stânga, ram cu frunze şi fructe); **c - cariopsa, *Triticum aestivum*** (văzută dorsal, ventral şi din profil); **d - drupa, *Cocos nucifera*** (dreapta - secţionată longitudinal, jos - transversal); **e,f - achena, *Helianthus annuus (e), Taraxacum officinale (f)*:** **ap.mb** - aripă membranoasă; **cp** - carpelă; **ect** - ectocarp (epicarp); **edc** - endocarp; **emb** - embrion; **end** - endosperm (albumen); **mz** - mezocarp; **p.gm** - pori germinativi; **pc** - pericarp; **pp** - papus; **sm** - sămânţa; **sp** - sepale (d. Tarnavschi şi colab.)

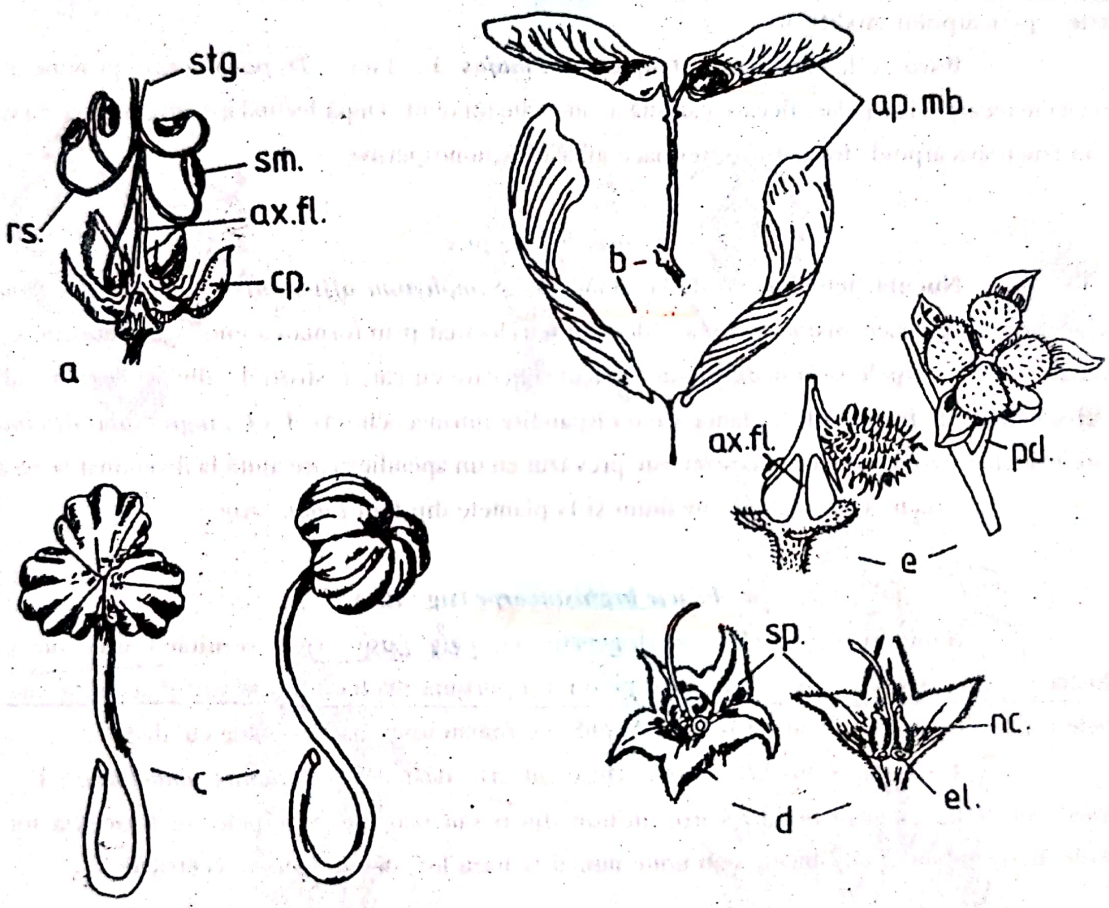


Fig. 160. Fructe apocarpoide, euschizocarpe (b, c) şi anaschizocarpe (d, e):
a - capsula, *Geranium pratense*; **b - disamara,** *Acer platanoides*; **c - baca,** *Tropaeolum majus* (stânga - văzută apical, dreapta - lateral); **d, e - nucula:** *Symphytum officinale (d)* (dreapta - secţionată longitudinal), *Cynoglossum officinale (e)*:
ap.mb - aripi membranoase; **ax. fl** - axă florală **cp** - carpelă; **el** - elaiosom; **nc** - nucică; **sm** - sămânţa; **stg** - stigmate (d Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

Capsula de la ciocul berzei - ***Geranium pratense*** **L.** - fam. *Geraniaceae*, provine dintr-un gineceu eusincarp, pentamer şi pentalocular, în fiecare loja fiind două ovule. La maturitate fructul se desface în cinci carpidii apocarpoide uniseminale, cu un rostru lung (stilul alungit şi unit cu axa florală) care se răsucește circular.

Nuca (samara) de la arțar - ***Acer platanoides*** **L.** - fam *Aceraceae*, este un fruct rezultat dintr-un gineceu bicarpelar eusincarp bilocular. La maturitate gineceul se transformă în două nucule uniseminale fiecare cu un pedicel numit carpofor şi o aripă laterală alungită, membranoasă (reprezintă o parte a pericarpului modificat)

Baca de la condurași - ***Tropaeolum majus*** **L.** fam. - *Tropaeolaceae*, provine dintr-un gineceu eusincarp tricarpelar, fiecare carpelă având câte un ovul. După fecundație gineceul se transformă într-un fruct apacarpoid, format din trei bace albastre, monosperme.

- anaschizocarpice -

Nucula (tetranucula) de la tătăneasă - ***Symphytum officinale*** **L.** - fam. *Boraginaceae*, provine dintr-un gineceu eusincarp bimer devenit tetralocular prin formarea unor septumuri false. După fecundare, cele 2 carpele se transformă în 4 nucule, fiecare cu câte o strofiolă albă, bogată în substanțe nutritive căutate de furnici (deci planta are o răspândire mirmecochoră). La ***Cynoglossum officinale*** **L.**, fiecare fructuleț ovoid, convex şi rostrat este prevăzut cu un apendice care ajută la diseminarea zoochoră.

Fructe asemănătoare întâlnim şi la plantele din fam *Lamiaceae*.

Fructe brahisincarpe (fig. 161)

Sunt fructe înrudite morfogenetic cu cele eusincarpe, rezultând dintr-un gineceu brahisincarp, cu carpelele concrescute doar pe o mică porțiune, la baza sau la vârful acestuia, mai rar la ambele capete. În urma fecundării rezultă carpidii ce rămân unite parțial unele cu altele

Capsula (folicula) de la roșățea sau crin de baltă - ***Butomus umbellatus*** **L.** - fam *Butomaceae*. Din gineceul brahisincarp, alcătuit din 6 sau mai multe carpele, se formează tot atâtea capsule de tip folicul, ce rămân slab unite numai la baza lor, deschiându-se ventricid.

Fructe cenantocarpe (compuse) (fig. 161)

Iau naştere dintr-o inflorescența cu flori apropiate între ele.

Nuca sau jirul de la fag - ***Fagus silvatica*** **L.** - fam. *Fagaceae*, rezultă dintr-o inflorescența femelă biflora; cele două flori sunt închise într-o cupulă prevăzută la exterior cu apendici (reposi mai rar foliacei), provenită din concreșterea celor două receptacule florale prevăzute cu hipsofile (epodse). Această cupulă se deschide la maturitate în patru valve ce protejează două fructe de tip nucă,

Scanned with OKEN Scanner

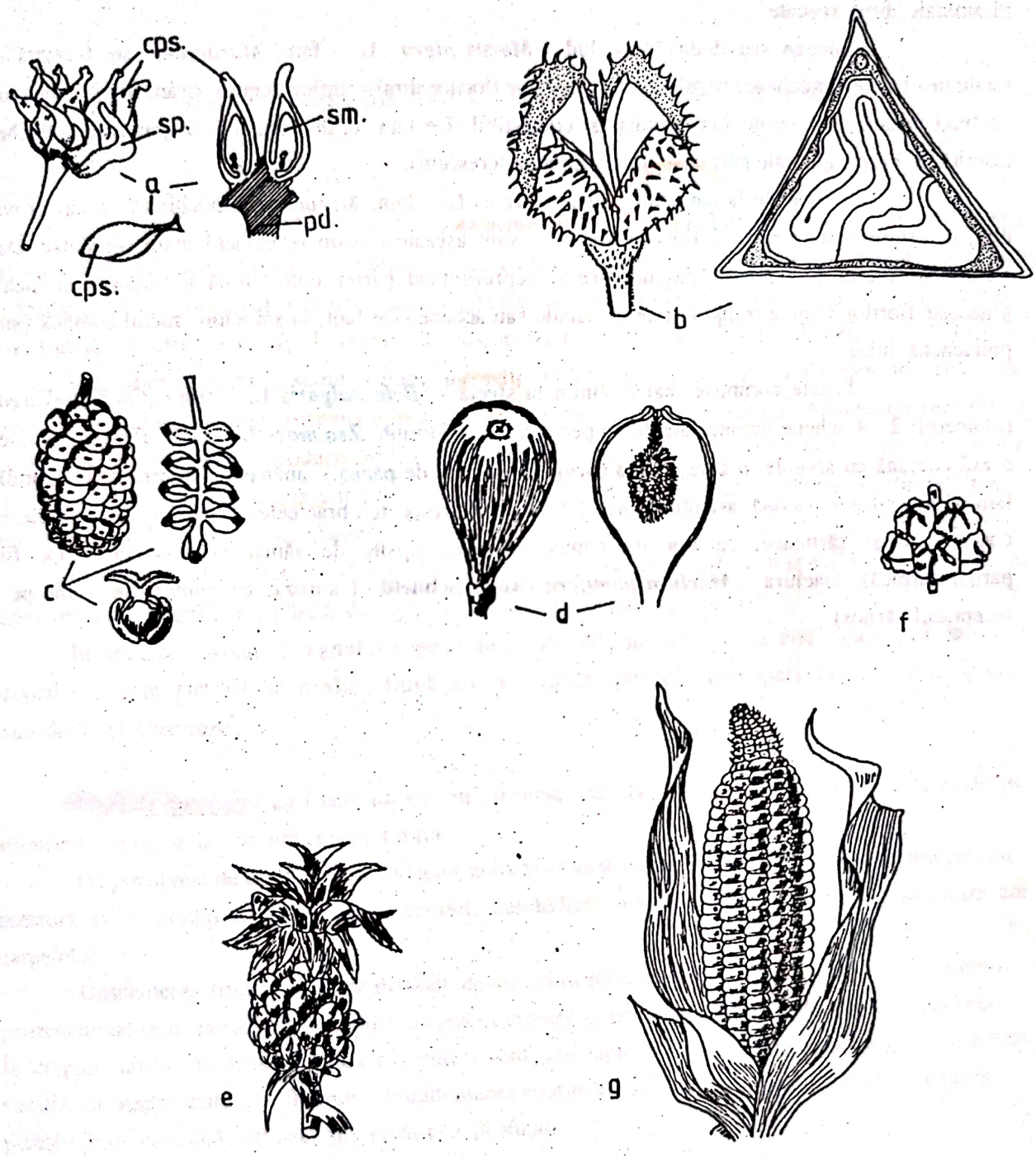


Fig. 161. Fructe brahisincarpe (a) şi cenantocarpe (b, c, d, e, f): a - capsula, *Butomus umbellatus* (dreapta, secţionată longitudinal); b - jirul, *Fragus sylvatica* (dreapta, secţiune transversală); c - soroza, *Morus nigra* (dreapta - schemă, jos - floare femelă); d, e - sicona, *Ficus carica (d)* (dreapta, secţiune longitudinală); *Ananas sativa (e)*; f - glomerul, *Beta vulgaris*; g - ştiulete, *Zea mays* (d. Tarnavschi şi colab.)

Scanned with OKEN Scanner

piramidale, brun roşcate.

Soroza sau duda de la dud - ***Morus nigra*** **L.** - fam. *Moraceae,* este formată din totalitatea fructelor (achene) rezultate din gineceele florilor dintr-o inflorescenţă, strâns alipite, alcătuind un fruct cenantocarp ovoid sau cilindric şi comestibil. De fapt, la dud fructul compus este poliachenă însoţită de foi perigoniale cărnoase, dulci (caliciu acrescent).

Sicona de la smochin - ***Ficus carica*** **L.** - fam. *Moraceae*. Smochina (sicona) provine dintr-o inflorescenţa ale cărei flori unisexuate sunt aşezate într-un receptacul mare, urceolat. După fecundare, acesta se măreşte, devine cărnos, reprezentând partea comestibilă a fructului şi închide gineceele florilor femele transformate în nucule sau achene. De fapt, la smochin fructul compus este o poliachenă dulce.

Fructe compuse mai întâlnim la sfeclă - ***Beta vulgaris*** **L.** - fam. *Chenopodiaceaea* (glomerul: 2 - 4 achene înconjurate de un perigon dur), porumb ***Zea mays*** **L.** - fam. *Poaceae* (ştiulete: o axă comună cu alveole în care se află cariopse, învelită de pănuşi), ananas - ***Ananas sativa*** **Lindl.** - fam. ***Bromeliaceae*** (siconă: asamblul format din axa inflorescenţei, bracteele şi carpelele cu ovar inferior, concrescute şi cărnoase, ce vor da numeroase bace lipsite de sămânţă, dezvoltarea lor fiind partenocarpică), maclura - ***Maclura pomifera*** **(Rof.) Schneid** (soroza: cu numeroase drupe pe un receptacul cărnos).

Scanned with OKEN Scanner

RĂSPÂNDIREA FRUCTELOR ŞI SEMINŢELOR

Fenomenul de răspândire a fructelor şi semintelor poartă numele de diseminare. La fructele dehiscente se răspândesc numai seminţele, în timp ce la cele indehiscente seminţele se răspândesc o dată cu fructele. În cele mai multe cazuri o dată cu fructul se desprind receptaculul, bracteile (tei), întreaga inflorescenţa (brusture), bucăţi de ramuri sau uneori întreaga tulpină (ciurlan, ştir alb).

Prin diseminare multe seminţe ajung în condiţii improprii pentru germinare şi pier, de aceea multe specii de plante produc un număr mare de fructe şi seminţe. O singură plantă de ***Amarantus retroflexus*** sau de ***Hyoscyamus niger*** produce 500.000, iar ***Sisymbrium sophia***, 750.000 de seminţe. Din aceste numeroase seminţe doar câteva vor avea şansa de a întâlni condiţii corespunzătoare pentru germinare, pentru creşterea şi dezvoltarea plantei.

În cazul când plantele produc puţine seminţe, acestea sunt bine protejate (în cazul drupei, de endocarpul dur, lignificat), păstrându-se în felul acesta capacitatea germinativă.

În decursul evoluţiei regnului vegetal au apărut diferite adaptări la diseminare prin mijloace proprii sau prin factorii de mediu. După aceste adaptări plantele se împart în doua mari grupe: ***autochore***[1] şi ***allochore***[2].

Plantele autochore au fructe uscate sau cărnoase, care la maturitate adesea se deschid exploziv, aruncând seminţele la distanţă (fructe ruptile).

Dispozitivele de deschidere a fructelor autochore sunt variate şi se bazează pe structura pereţilor acestora şi de gradul de uscăciune a aerului, deschiderile producându-se pe liniile de sutură ale carpelelor.

Deschiderea fructelor uscate depinde de structura mezocarpului care este alcătuit din elemente prozenchimatice cu pereţi relativ subţiri în zona sa externă şi din elemente cu pereţi groşi în zona internă. În dreptul liniilor de dehiscenţă aceste ţesuturi sunt întrerupte şi rămâne numai mezocarpul cu pereţi subţiri. În timpul maturări: fructului deshidradarea straturilor celulare este inegală, păturile externe cu pereţi subţiri pierzând mai uşor apa decât cele profunde.

[1] authos = de la sine, însuşi

[2] allos = străin

Scanned with OKEN Scanner

La fructele cărnoase apa joacă un rol important în deschidere, fiind determinat de gradul de turgescenţă a mezocarpului, care la rândul său este influenţat de temperatură. Ca urmare, datorită tracţiunilor, pericarpul uscat sau cărnos se rupe.

Astfel se comportă păstaia de la leguminoase (***Phaseolus vulgaris***, fig. 162 a, a_1, a_2), capsula de la toporaşi (***Viola tricolor***, fig. 162 b), precum şi capsula de la slăbănog (***Impatiens noli-tangere***, fig. 162 c) şi măcrişul iepurelui (***Oxalis acetosella***, fig. 162 e). Capsula de la ciocul berzei (***Geranium pratense***, fig....) se desface în cinci fructuleţe cu un rostru lung, rezultat din stilele alungite, concrescute cu axa florală care se răsuceşte circular; fiecare fructuleţ conţine câte o sămânţă. Prin răsucirea valvelor (carpelelor), seminţele sunt aruncate la 1-5 m distanţa de planta mamă.

La plesnitoare (***Ecballium elaterium***, fig. 162 f) diseminarea se produce prin desprinderea la maturitate a fructului de peduncul. Parenchimul subepidermic disociindu-se prin gelificare, determină creşterea turgescenţei şi presează asupra pereţilor, precum şi asupra locului de slabă rezistenţa (punctul de sutură a fructului de peduncul). Conţinutul împreună cu seminţele este împroşcat cu putere în exterior, la o distanţă de 2-3 (10) m.

În flora ţării noastre creşte o specie de ciclamen (***Cyclamen europaeus)*** al cărui peduncul fructifer spiralat se răsuceşte la uscăciune, îndreptând spre sol capsula dehiscentă.

La o specie anuală de trifoi (***Trifolium subterraneum***), pedunculul capitulului fructifer se îndreaptă spre sol şi face ca fructele să pătrundă în el, unde are loc maturarea lor.

Plantele allochore răspândesc fructele şi seminţele prin intermediul unor agenţi străini; aceiaşi care îndeplinesc şi polenizarea. Potrivit acestora, plantele se împart în **anemochore, zoochore** şi **hidrochore.**

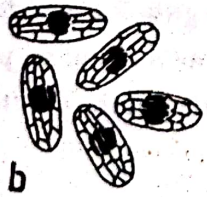


Fig. 163 Seminţe de la plante anemochore: a - *Ophrys aprifera;* b - *Orchis morio.*

a - Anemochore. Plante care îşi răspândesc seminţele şi fructele prin vânt, prezentând variate adaptări.

Unele plante prezintă seminţele foarte mici (câteva miimi de mm); fiind uşor luate de vânt, pot pluti în aer timp îndelungat. Asemenea seminţe se întâlnesc la plante din familiile *Ericaceae, Orobanchaceae* şi *Orchidaceae*; ***Ophris apifera*** (163 a) şi ***Orchis morio*** (fig. 163 b).

Alte plante prezintă o serie de anexe ce constituie adaptări la zbor precum seminţele şi fructele aripate sunt uşor duse de vânt la mari depărtări. Se citează cazul unor seminte care de pe litoralul

Scanned with OKEN Scanner

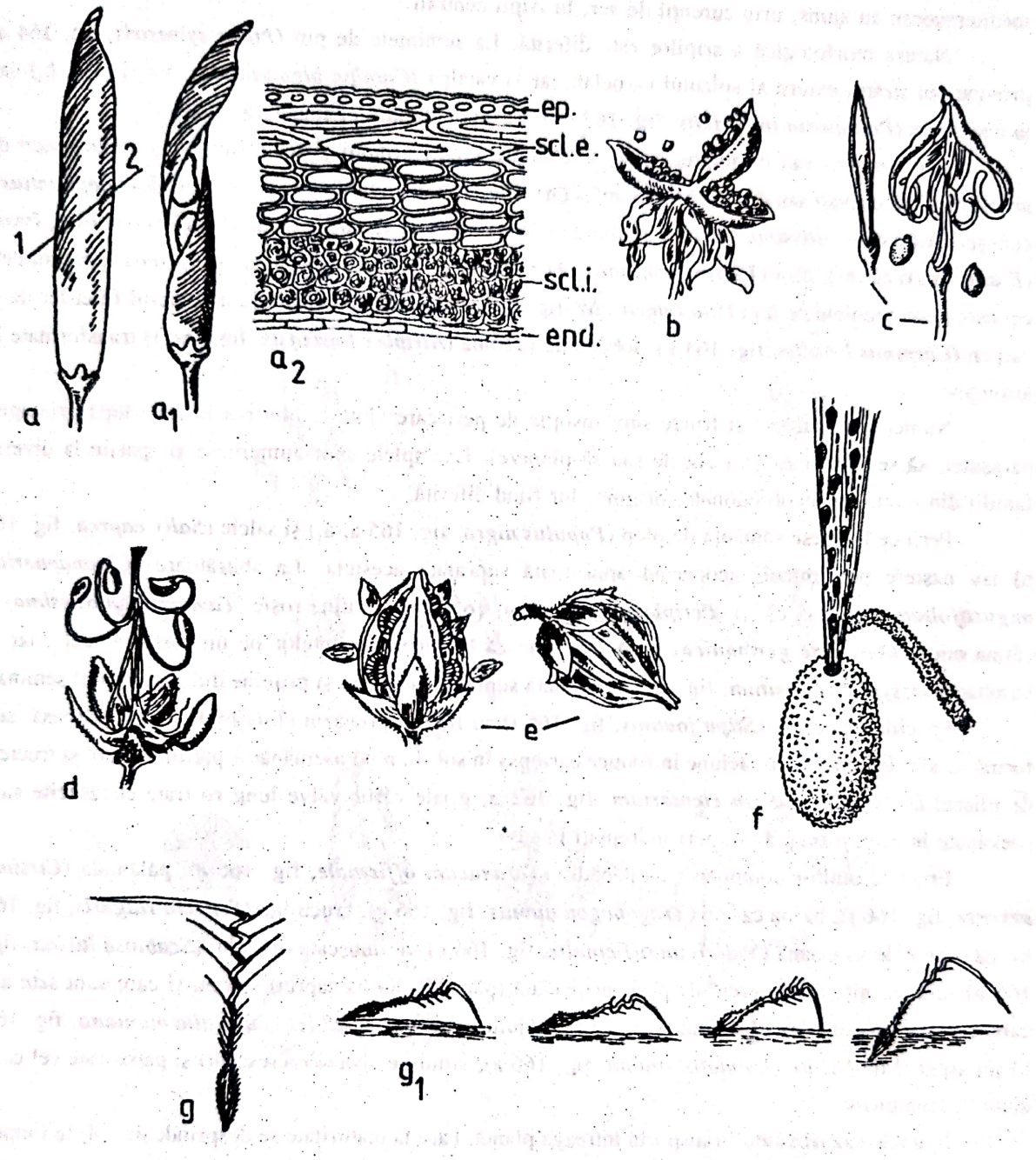


Fig. 162. Fructe de la plante autochore: a - păstaia: ***Phaseolus vulgaris*** **(a$_1$ - valvă răsucită, a$_2$ - secțiune făcută paralel cu linia 1,2); capsula: b -** ***Viola tricolor;*** **c -** ***Impatiens noli-tangere*** **(stânga, înainte de deschidere); d -** ***Geranium pratense;*** **e -** ***Oxalis acetosella*** **(în dreapta înainte de deschidere); f - peponida :** ***Ecballium elaterium;*** **g - achena:** ***Eradium cicutarium*** **(g$_1$ - pătrunderea fructului în sol): ep - epicarp; end - endocarp; scl.e, scl.i - cele două sclerenchimuri (scl - sclerenchim; e - extern; i - intern) ale mezocarpului**

plante — autochore - o explozie
alochore — anemo —
zoo —
hidro —
antropo —

Scanned with OKEN Scanner

mediteraneean au ajuns, prin curenţii de aer, în Alpii centrali.

Natura morfologică a aripilor este diferită. La seminţele de pin (***Pinus sylvestris***, fig. 164 a) provine din stratul extern al solzului carpelar, iar la catalpa (***Catalpa bignonioides***, fig. 164 b, b_1) sau la paulovnie (***Paulownia imperialis***, fig. 164 c, c_1) este de natură tegumentară.

Aripa mono- sau disamarei este o prelungire a pericarpului şi se întâlneşte la multe specii de arbori exotici cultivaţi sau din flora spontană a ţării (fig. 164 d-i): paltin de munte (***Acer pseudoplatanus***), cenuşer (***Ailanthus altissima***), arinul de munte (***Alnus glutinosa***), mesteacăn (***Betula verrucosa***), frasin (***Fraxinus excelsior***), ulm (***Ulmus montana***). Acelaşi rol în anemochorie îl au şi bracteile, precum cele ce însoţoţesc nuculele de tei (***Tilia tomentosa***, fig. 164 j) sau cele ce constituie involucrul fructifer de la carpen (***Carpinus betulus***, fig. 164 k), loboda de grădină (***Atriplex hortensis***, fig. 164 l) transformate în aripioare.

Numeroase seminte şi fructe sunt însoţite de peri care ajută la plutirea în aer (după principiul paraşutei, să se învârtească ca elicele sau să planeze). Exemplele sunt numeroase şi aparţin la diverse familii din mono- şi dicotiledonate, originea lor fiind diferită.

Perii ce însoţesc sămânţa de plop (***Populus nigra***, fig. 165 a, a_1) şi salcie (***Salix caprea***, fig. 165 b) iau naştere pe funicul, acoperind apoi toată suprafaţa acesteia. La sburătoare (***Chamaenerion angustifolium***, fig. 165 c, c_1), ***Periploca graeca*** (fig. 165 d, d_1), cătina roşie (***Tamarix ramosissima***) şi cătina mică (***Myricaria germanica***) perii se formează la vârful seminţelor pe un rostru apical , iar la bumbac (***Gossypium hirsutum***, fig. 165 e) pe toată suprafată acestora şi provine din tegumentul seminal.

Speciile de colilie (***Stipa joannis***, fig. 166 i) au fructul prevăzut cu o aristă lungă, păroasă, sub formă de sfredel, care la uscăciune introduce cariopsa în sol. În mod asemănător pătrund în sol şi fructele de pliscul cocoarei (***Erodium cicutarium***, fig. 162 g, g_1)ale căror valve lung rostrate şi răsucite sunt prevăzute în acelaşi timp şi cu peri îndreptaţi în sus.

Fructele multor compozee, ca păpădia (***Taraxacum officinale***, fig. 166 e), pălămida (***Cirsium arvense***, fig. 166 f), barba caprei (***Tragopogon dubius***, fig. 166 g), crucuiliţa (***Senecio vulgaris***, fig. 166 h), ca şi cele de valeriană (***Valeriana officinalis***, fig. 166 c) sau muşcata dracului (***Scabiosa lucida***, fig. 166 d) sunt însoţite de o egretă de peri, pedicelată (păpădie, barba caprei) sau nu şi care sunt sete ale caliciului (la muşcata dracului numai cele ale caliciului intern). La dediţei (***Pulsatilla montana***, fig. 166 b) şi curpenul de pădure (***Clematis vitalba***, fig. 166 a), stilul persistent (acrescent) şi paros este cel care ajută la diseminare.

În unele cazuri vântul transportă întreaga plantă, care la maturitate se desprinde de sol, în timpul rostogolirii producându-se diseminarea, ca la ciurlan (***Salsola ruthenica***), unele specii de ştir (***Amarantus retroflexus***) şi scaiul dracului (***Eryngium campestre***); la ***Salsola***, fructul slab cărnos, comprimat, este închis în perigon, ale cărui carene dorsale transversale se prelungesc in aripi cu aspect stelat, întins.

Scanned with OKEN Scanner

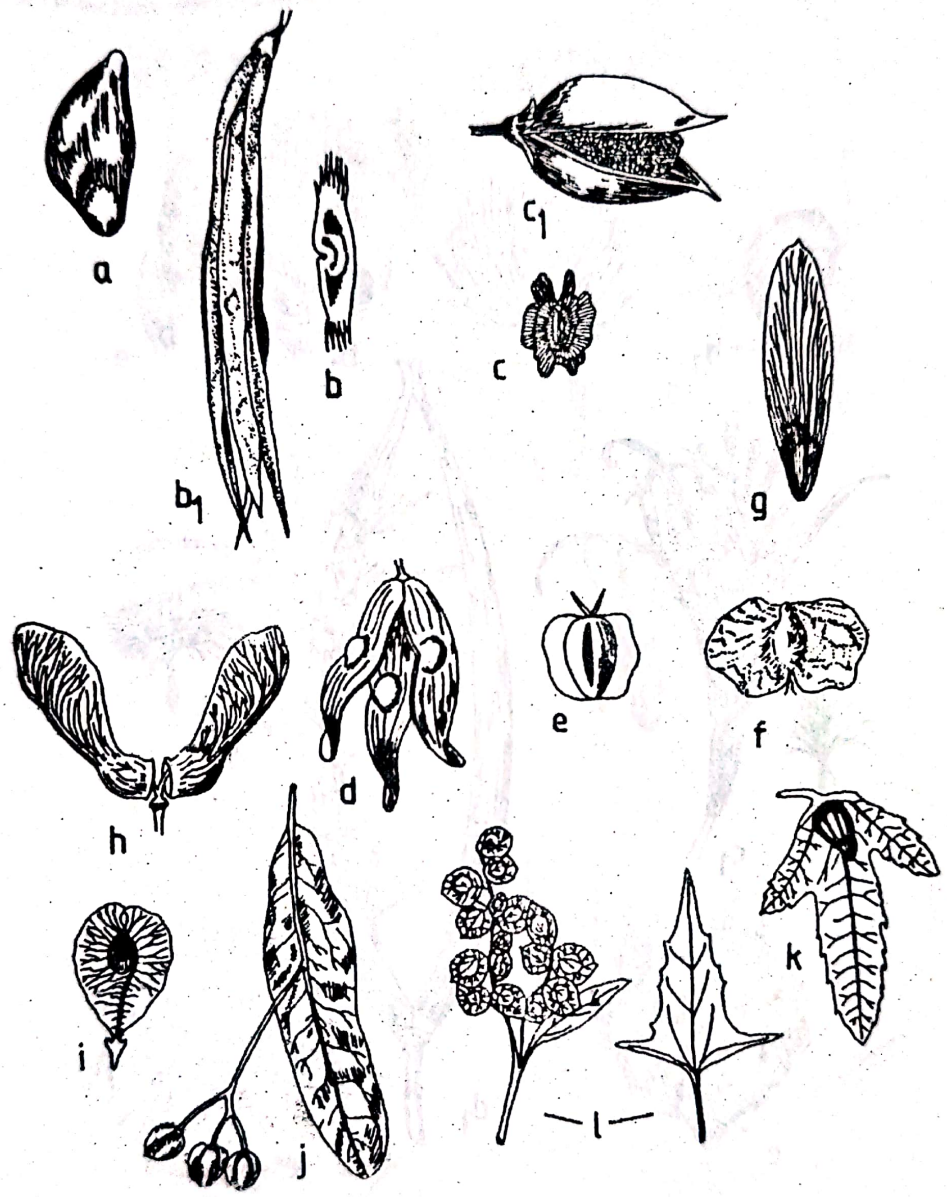


Fig. 164. Seminţe (a) şi fructe (b - l) de la plante anemocore: *seminţe:* a - *Pinus silvestris; frunze:* capsula: b *Catalpa bignonioides* (b_1 - capsula silicviformă deschisă); c - *Paulownia tomentosa* (c_1 - capsula deschisă); samara: d - *Ailanthus altissima;* e - *Alnus incana;* f - *Betula verrucosa;* g -*Fraxinus excelsior;* h - *Acer pseudoplatanus;* i - *Ulmus foliacea;* nucule însoţite de bractei: j - *Tilia tomentosa;* k - *Carpinus betulus;* l - *Atriplex hortensis.*

Scanned with OKEN Scanner

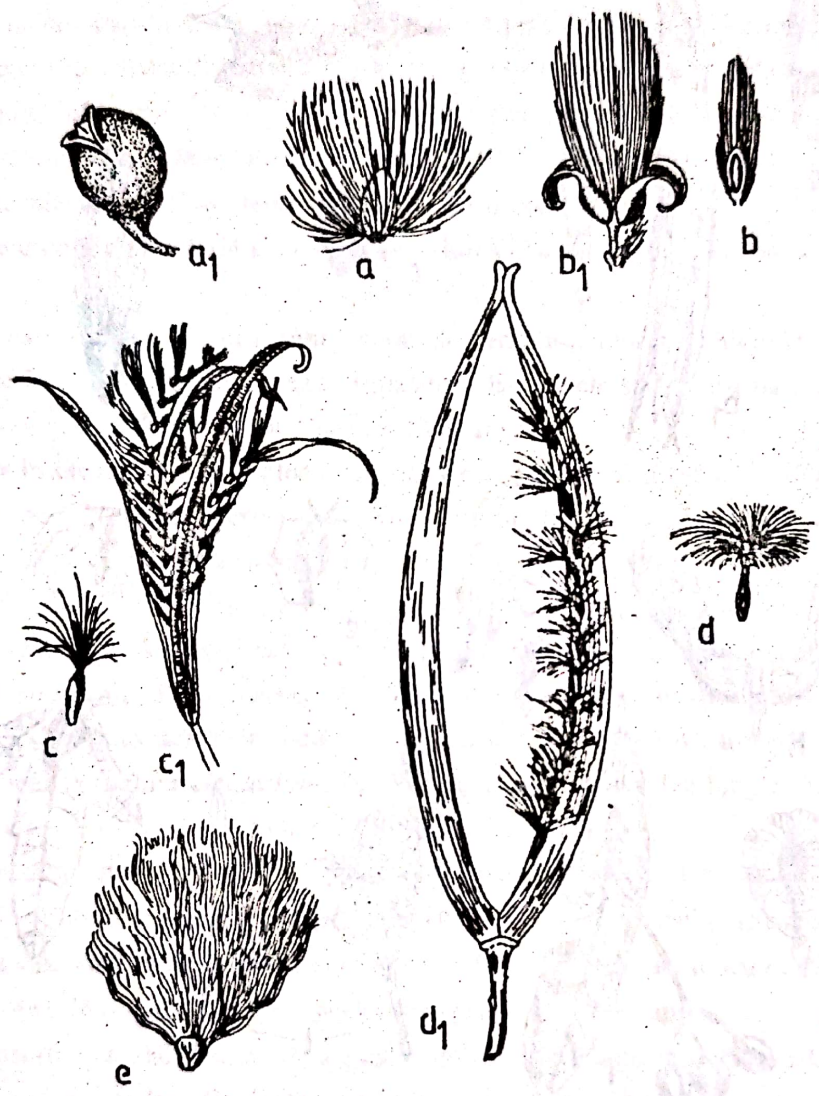


Fig. 165. Seminţe de la plante anemochore: a - *Populus nigra* (a_1 - capsula deschisă); b - *Salix caprea* (b_1 - capsula deschisă); c - *Chamaenerion angustifolium* (c_1 - capsula silicviformă deschisă); d - *Periploca gsaeca* (d_1 - capsula deschisă); e - *Gossypium hirsutum*.

Scanned with OKEN Scanner

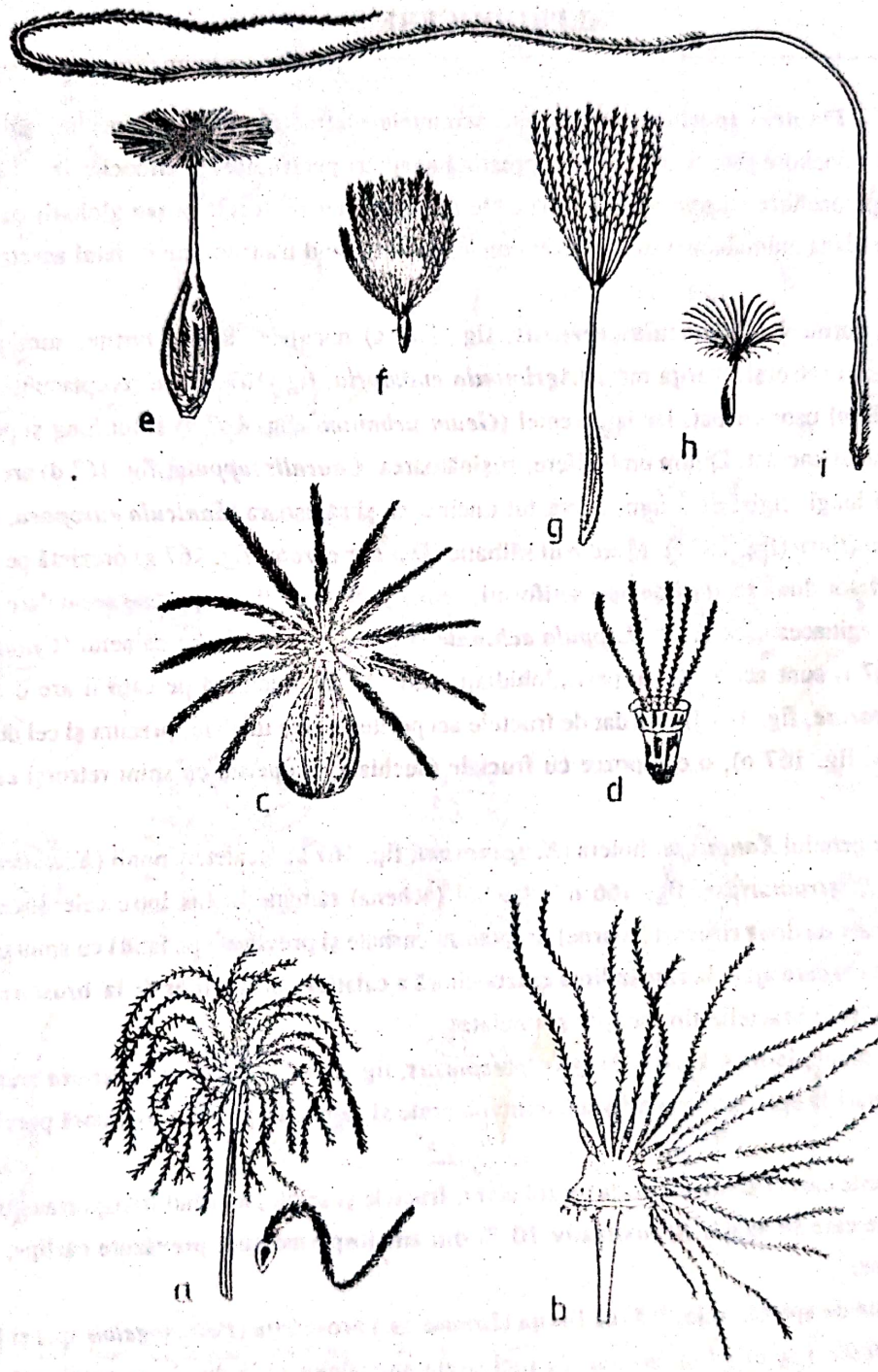


Fig. 166. Fructe de la plante anemocore: nucula: a - *Clematis vitalba*; b - *Pulsatilla montana*; c - *Valeriana officinalis*; d - *Scabiosa lucida*; achena: e - *Taraxacum officinale*; f - *Cirsium arvense*; g - *Tragopogon dubius*; h - *Senecio vulgaris*; cariopsa: i - *Stipa joanis*

Scanned with OKEN Scanner

b - Plantele zoochore răspândesc seminţele şi fructele prin intermediul animalelor. Numărul speciilor zoochore este foarte mare şi prezintă adaptări pentru epi- şi endochorie.

Speciile epizoochore au seminţele sau fructele prevăzute cu spini retraşi sau glohidii cu ajutorul cărora se agaţă de blana animalelor sau îmbrăcămintea omului, fiind transportate în felul acesta la mare distanţă.

Astfel, la cornicei (*Ranunculus arvensis*, fig. 167 a) nuculele, lateral turtite, sunt peste tot acoperite cu spinişori retrorşi. Turiţa mare (*Agrimonia eupatoria*, fig. 167 b) are receptaculul acoperit cu sete moi, cu vârful uşor curbat, iar la cerenţel (*Geum urbanum*, fig. 167 c) stilul lung şi persistent al nuculelor are vârful uncinat. Dintre umbelifere, ruşinătoarea (*Caucalis lappula*, fig. 167 d) are fructele acoperite cu spini lungi, rigizi de 3 mm, cu vârful uncinat ca şi sănişoara (*Sanicula europaea*, fig. 167 e) sau *Orlaya grandiflora* (fig. 167 f). Morcovul sălbatic (*Daucus carota*, fig. 167 g) prezintă pe coastele principale ale fructelor două rânduri de peri setiformi, scurţi şi divergenţi, iar pe cele secundare ghimpi. Nuculele unor boraginaceae, ca turiţa (*Lappula echinata*, fig. 167 h) sau limba câinelui (*Cynoglossum officinale*, fig. 167 i) sunt acoperite cu peri glohidiaţi. Numele de lipicioasă pe care îl are o rubiacee anuală (*Galium aparine*, fig. 167 j) este dat de fructele acoperite de sete unciate, precum şi cel de dentiţă (*Bidens tripartitus*, fig. 167 o), o compozee cu fructele muchiate, acoperite cu spini retrorşi ca şi cele 4 sete apicale.

La speciile genului *Xanthium*: holera (*X. spinosum*, fig. 167 k), scaietele popii (*X. italicum*, fig. 167 l) şi cornuţi (*X. strumarium*, fig. 166 m), fructul (achena) rămâne închis între cele două bractei involucrale, terminate cu două rostruri (coarne) drepte sau curbate şi prevăzute pe laturi cu spini uncinaţi. Tot involucrul este cel care ajută la răspândirea epizoochoră a calatidiului fructifer de la brusture (*Lappa major*, fig. 167 n), prin bracteile fin ascuţite şi unciate.

Dintre graminee, iarba scăioasă (*Tragus racemosus*, fig. 167 p) şi mohorul (*Setaria verticillata*, fig. 167 r) au adaptări la epizoochorie prin setele involucrale şi respectiv gluma superioară prevăzute cu spini retrorşi.

În toate aceste cazuri animalul joacă un rol activ, fructele şi seminţele fiind transportate prin lâna, părul sau penele de care se agaţă. Aproximativ 10 % din amgiosperme sunt prevăzute cârlige, spini şi alte asemenea anexe.

Multe plante de apă sau mlaştină, ca lintiţa (*Lemna sp.*) broscăriţa (*Potamogeton sp.*) şi foarfeca băltii (*Stratiotes aloides*) se prind cu noroiul de picioarele animalelor şi le duc la mare ditsnţă. Într-un bulgăr de pământ de pe piciorul unei potârniche, Ch. Darwin a numărat 82 feluri de seminţe.

Fructul sau sămânţa plantelor endozoochore au întotdeauna o parte cărnoasă, suculentă care este consumată de păsări, furnici sau alte animale. Dintre acestea, baca, drupa sau măceaşa au seminţele protejate de un înveliş dur, lignificat, care este greu digerat în tubul digestiv, însă odată eliminate

Scanned with OKEN Scanner

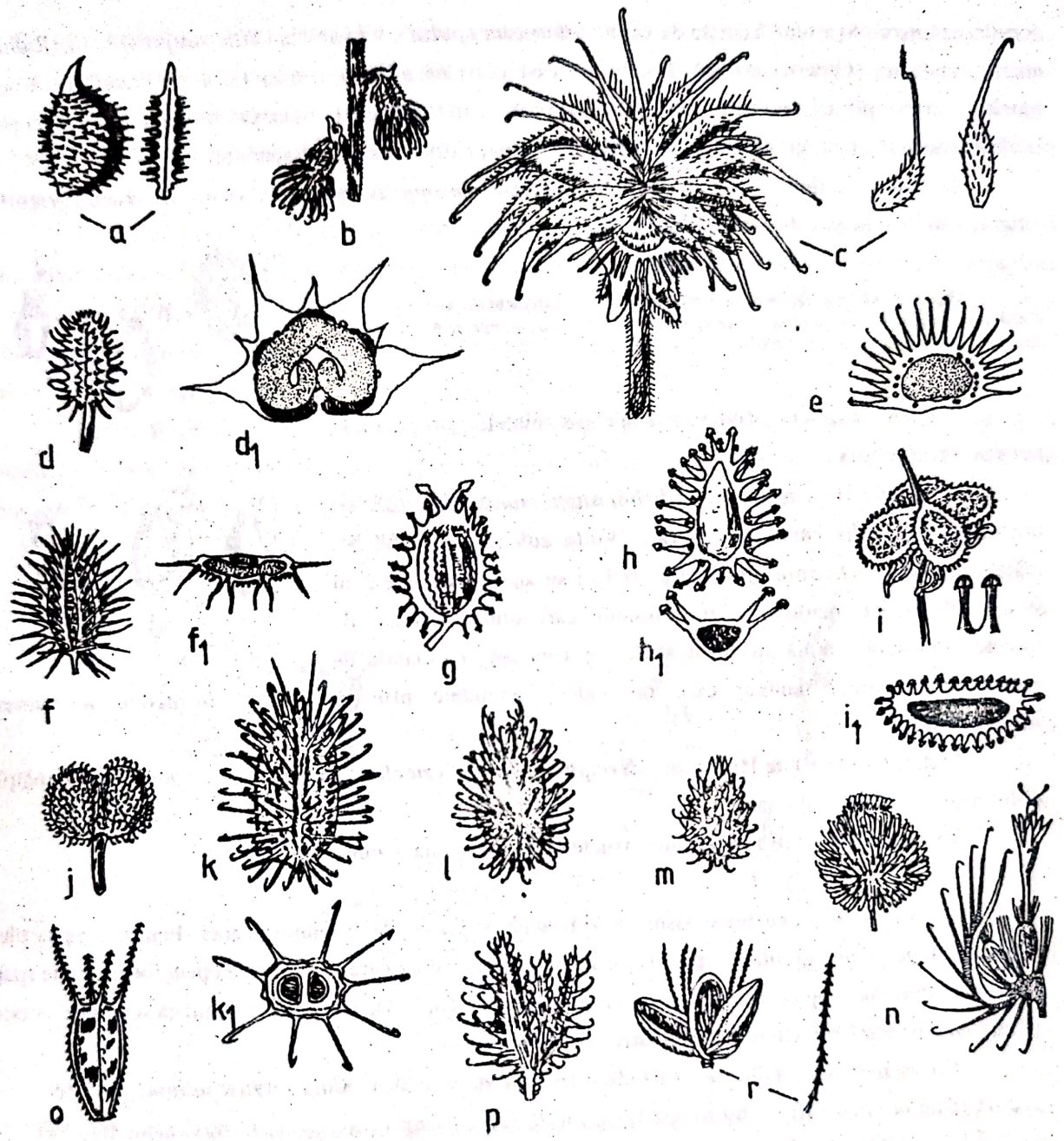


Fig. 167. Fructe de la plante zoochore: nucula: a - *Ranunculus arvensis* (văzută lateral - stânga şi ventral - dreapta); b - *Agrimonia eupatoria* (însoţite de involucre); c - *Geum urbanum;* h - *Lappula echinata;* i - *Cynoglossum officinale* (dreapta glohidii mărite); j - *Galium aparine;* **achena:** d - *Caucalis lappula;* e - *Sanicula europaea;* f - *Orlaya grandiflora;* g - *Daucus carota;* i - *Cynoglossum officinale* (dreapta, glohidii mărite); k - *Xanthium spinosum;* l - *X. italicum;* m - *X. strumarium;* n - *Arctium lappa* (însoţite de involucru: stânga, sus - antodiu, aspect general); o - *Bidens tripartita;* spiculeţe cu cariopse; p - *Tragus racemosus;* r - *Setaria verticillata* (dreapta, setă mărită); d_1, e, h, i, k_1 - secţiuni transversale, n - secţiune longitudinală prin antodiu

Scanned with OKEN Scanner

germinează uşor. Aşa sunt fructele de călin (*Viburnum opulus*), viţa de vie (*Vitis vinifera*), mur (*Rubus idaeus*) sau cireş (*Cerasus avium*). Fructul de vâsc (*Viscum album*), o bacă falsă, are învelişul cărnos lipicios, care se prinde de ciocul unor păsări (mierla, sturz, mătăsar). Acestea, zburând de la un copac la altul, caută să-şi curăţe ciocul şi îl freacă de ramuri, răspândind astfel seminţele.

Ariloidul suculent de la salba moale (*Euonymus europaeus*, fig. 168 d) este consumat de prigorii, piţigoi, care disemineză astfel planta.

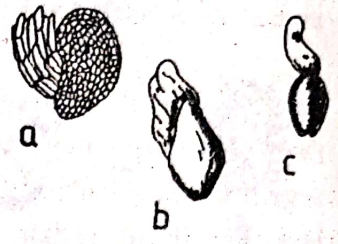
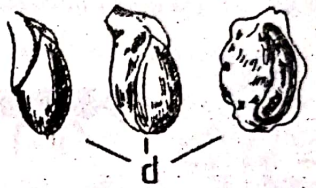


Fig. 168. Seminţe de la plante mirmecochore şi ornitochore: a - strofiola la *Clelidonium majus*; b - caruncul la *Viola collina*; c - arilul la *Luzula pilosa*; d - ariloidul la *Enonymus europaeus*.

Plantele care-şi răspândesc fructele şi semintele prin pasări se numesc **ornitochore.**



Seminţele de rostopască (*Chelidonium majus*, fig. 168 a), brebenei (*Corydalis cava*) şi toporaşi (*Viola collina*, fig. 168 b), mălaiului cucului (*Luzula pilosa*, fig. 168 c) au anexe cărnoase cum sunt strofiola, caruncului, arilul, ariloidul, care sunt consumate de insecte. Furnicile adună în furnicăriile lor cantităţi apreciabile de asemenea seminţe. Plantele care răspândesc seminţele prin intermediul furnicilor se numesc **mirmecochore.**

Nufărul de la Băile Herculane (*Nymphaea lotus thermalis*) se pare că a fost adus aici din bălţile Nilului tot de păsări călătoare.

Veverita împrăştie foarte multe fructe de la fag, stejar, alun.

C - Plantele hidrochore răspândesc fructele şi seminţele cu ajutorul apei. Pentru a putea pluti acestea trebuie să aibă greutatea specifică mai mică dacât a apei, care se realizează prin formarea de spaţii interne aerifere, în timp ce straturile externe sunt impermeabile. De reţinut este faptul că seminţele acestor plante îşi păstrează capacitatea germinativă timp îndelungat.

Cu asemenea adaptări se răspândesc fructele de bolonică (*Sium angustifolium*, fig. 169 a), de cucută (*Cicuta virosa*, fig. 169 b), de la specii de rogoz (*Carex paradoxa, C. vesicaria*, fig. 169 c, d) şi de cornaci (*Trapa natans*, fig. 169 e).

Curenţii maritimi transportă de asemenea seminţe şi fructe la mari distanţe. Prin intermediul acestora se pare, au ajuns în Europa, din America, seminţele de *Ipomea*.

Omul a contribuit conştient la răspândirea plantelor **antropochore**. El a transportat de pe continent pe altul numeroase plante de cultură. Astfel au fost aduse în Europa, din America, porumbul,

Scanned with OKEN Scanner

cartoful, tomatele ş.a. Dar, o dată cu plantele folositoare, omul a vehiculat în mod involuntar şi seminţele altor plante, devenite buruieni şi care găsind condiţii favorabile în noua patrie s-au răspândit cu o repeziciune extraordinară. Este cazul ştirului (*Amarantus albus*), a busuiocului de câmp (*Galinsoga parviflora*), a bătrânişului (*Erigeron canadensis*), aholerei (*Xanthium spinosum*), a ciumei apelor (*Elodea canadensis*) sau a speciei *Iva xanthifolia.*

Unele din plantele introduse de om în cultură s-au sălbăticit, devenind adventive. Astfel au scăpat din cultură luminoara (*Oenothera biennis*), cămăzul (*Phytolacca americana*) papucul doamnei (*Impatiens roylei*) sau mărită-mă mamă (*Rudbeckia laciniata*). În aceeaşi categorie se înscriu şi plantele aduse in Europa prin Grădinile botanice şi devenite apoi buruieni, ca ştirul (*Amaramtus retroflexus*) sau busuiocul de câmp (*Galinsoga parviflora*).

Pentru a preîntâmpina introducerea seminţelor de plante dăunătoare in culturi şi răspândirea celor existente deja se iau măsuri speciale, anumite specii fiind declarate *buruieni de carantină*, cele mai păgubitoare fiind speciile de cuscută sau torţel (*Cuscuta sp*).

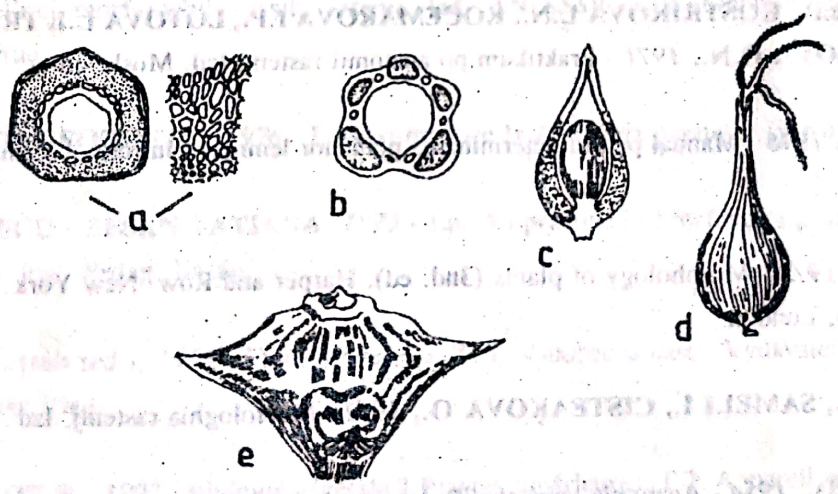


Fig. 169. Fructe de la plante hidrochore: cariopsa: a - *Sium angustifolium* (dreapta, secţiune prin pericarpul lacunos); **b - *Cicuta virosa*; capsula: c - *Carex paradoxa*; d - *C. vasicaria*; e - drupa: *Trapa natans*** (a, b - secţiune transversală, c - secţiune longitudinală)

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. **ANDREI M., ANGHEL I., POPESCU I., STOICA E.,** *1981* - Lucrări practice de Biologie vegetală. Ed. did. şi ped., Bucureşti.

2. **ANDREI M.,** *1978* - Anatomia plantelor. Ed. did. şi ped., Bucureşti.

3. **ALEKSANDROV V. G.,** *1966* - Anatomia rastenij. Izd. "Vysşaia şkola", Moskva.

4. **BACH D., MASCRÈ M., DEYSSON G.,** *1967* - Cours de Botanique générale. Ed. Sédes, Paris.

5. **BARYKINA R.P., KOSTRIKOVA L.N., KOCEMAROVA I.P., LOTOVA L.I. TRANKOVSKIJ D.A., CISTEAKOVA O.N.,** *1971* - Praktikum po anatomii rastenij.Izd. Mosk. un-ta.

6. **BELDIE AL.,** *1946* - Manual pentru determinarea plantelor lemnoase în timpul iernii, Anal. ICEF, Bucureşti.

7. **BOLD H.C.,** *1973* - Morphology of plants (3nd. ed). Harper and Row, New York, Evanston, San Francisco, London.

8. **BORZOVA I., SAMELI I., CISTEAKOVA O.,** *1972* - Morfologhia rastenij, Izd. Mosko. un-ta.

9. **BOUREAU ED.,** *1954* - Anatomie végétale. T. I., Presses Universitaires de France, Paris.

10. **BRAUNE W., LEMAN A., TAUBERT H.,** *1967* - Pflanzenanatomische Praktikum. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

11. **COUPIN H., JODIN H., DAUPHINÈ A.,** *1930* - Atlas de Botanique microscopique (manuel de travaux pratiques). Ed. Vigol Frères, Paris.

Scanned with OKEN Scanner

12. **CAMEFORT H., PANIEL J.**, *1962* - Morphologie et anatomie des végétaux vasculaires. Ed. Doin et Cie, Paris.

13. **CIOBANU I.**, *1965* - Morfologia şi anatomia plantelor, Ed. did. şi ped., Bucureşti.

14. **DEYSSON G.**, *1965* - Eléments d'anatomie des plantes vasculaires. Ed. Sédes, Paris.

15. **ESAU K.**, *1965* - Plant anatomy (2nd. ed.). John Wiley and Sons, New York, Londron, Sydney.

16. **ESAU K.**, *1977* - Anatomy of seed plants (2nd ed.). John Wiley and Sons, London, New York, Santa Barbara, Sydney, Toronto.

17. **FAHN A.**, *1977* - Plant anatomy (2nd ed.). Ed. Pergamon Press, Oxford.

18. **FEDOROV AL. A.,KIRPICINIKOV M.E., ARTIUŞENKO Z.T.**, *1958, 1962* - Atlas po opisatel'noj morfologhii vyssih rastenij. Izd. AN SSSR. List. Stebel' i koren', Moskva - Leningrad.

19. **FILIPESCU GEORGETA**, *1976* - Lucrări practice la Anatomia plantelor (xerox), Univ. Iaşi.

20. **FRĂŢILESCU - ŞESAN TATIANA**, *1973* - Lucrări practice la Morfologia şi anatomia plantelor (xerox), Inst. Pedag. Bacău.

21. **FUTÀK J.**, (sub red.), *1966* - Flora Slovenska. T. I. Vseobecna cast'. Vydavatel' stvo Slovenskej Akademie Vied.

22. **GORENFLOT R.**, *1992* - Biologié végétale 2,Plantes supérieures. T 2. Appareil reproducteur., Ed. Masson, Paris, Milan, Barcelone, Bonn

23. **GRINŢESCU I.**, *1983* - Botanica (ed. a 2-a). Ed. şt. şi encicl., Bucureşti.

24. **GUTTENBERG H. VON**, *1966* - Pflanzenanatomie. Akademie Verlag, Berlin.

25. **HABERLANDT G.**,*1896*, Physiologische Pflanzenanotomie, Verlag W. Engelmann, Leipzig.

Scanned with OKEN Scanner

40. ROBERT D., ROLAND J.- C., *1989* - Biologie végétale. T I., Organisation cellulaire. Doin Ed. Paris.

41. ROSTOVŢEV S.I., *1948* - Praktikum po anatomii rastenij. izd."Sovetskaia Nauka", Moskva.

42. ROTH I., *1977* - Fruit of Angiosperms. In Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. X, 1, Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.

43. SÀRKÀNY S., SZALAI I., *1964* - Növénytani praktikum.I. Növényszervezettani gyakorlatok. Tankönyvkiadó, Budapest.

44. SEREBRIAKOV I., *1952* - Morfologhia veghetativnyh organov vîssyh rastenij, izd. Sovetskaia Nauka, Moskva.

45. ŞERBĂNESCU - JITARIU GABRIELA, TOMA C., *1980* - Morfologia şi anatomia plantelor. Ed. did. şi ped. Bucureşti.

46. ŞERBĂNESCU - JITARIU GABRIELA, ANDREI M., RĂDULESCU - MITROIU NATALIA, PETRIA ELENA, *1983* - Practicum de biologie vegetală. Ed. Ceres, Bucureşti.

47. STRASBURGER E., NOLL F., SCHENCK H., SCHIMPER A.F.W., *1978* - Lehrbuch der Botanik (31 Aufl., neuarbeitet von Denffer D., Ehrendorfer F., Magdefrau K., Ziegier H.) VEB Gustav Fischer, Jena.

48. TARNAVSCHI I., T. ŞERBĂNESCU - JITARIU GABRIELA,RĂDULESCU MITROIU NATALIA, *1981* - Practicum de Morfologie şi anatomie vegetală (ed. a 2-a). Ed. Univ. Bucureşti.

49. TEODOREANU EUGENIA, *1978* - Lucrări practice de Morfologie şi anatomie vegetală (xerox). Univ. Cluj-Napoaca.

50. TOMA C., *1975* - Anatomia plantelor (xerox). T. I, Histologia, Univ. Iaşi.

51. TOMA C., *1977* - Anatomia plantelor (xerox) T. II. Structura organelor vegetative şi de reproducere. Univ. Iaşi.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

I. Noţiuni sumare despre microscop şi tehnicile de laborator 6

A. Microscopul 6
B. Formarea imaginii microscopice 10
C. Grosismentul 12
D. Preparatul microscopic 12
E. Utilizarea microscopului 12
F. Recomandări practice 14
G. Modul de întreţinere şi păstrare a microscopului 14
H. Obţinerea praparatelor microscopice 15
I. Executarea desenelor 19

II. Histologie 22

1. Ţesuturi meristematice 22
2. Ţesuturi protectoare 37
3. Ţesuturi absorbante 49
4. Ţesuturi asimilatoare 56
5. Ţesuturi şi formaţiuni aerifere 65
6. Ţesuturi de depozitare 74
7. Ţesuturi mecanice 77
8. Ţesuturi conducătoare 84
9. Celule, ţesuturi şi structuri secretoare 100

III. Organografie 108

1. Rădăcina 110
2. Tulpina 134
3. Frunza 178
1. Floarea 228
2. Sămânţa 268
3. Fructul 278

IV. Răspândirea fructelor şi seminţelor 294

V. Bibliografie 305

Scanned with OKEN Scanner

ERATĂ

1. La pagina 36, din explicaţia Fig. 9 lipseşte fg - felogen
2. La pagina 46, r. 9 sus, în paranteză, în loc de transversală se va citi superficială
3. La pagina 47, r. 2 jos, în loc de tinere se va citi izolate
4. La pagina 49, r. 1 şi 4 jos, în loc de Musci se va citi Polytrichaceae
5. La pagina 68, r. 2 sus în loc de substomatice se va citi suprastomatice
6. La pagina 72, din explicaţia Fig. 32 lipseşte sb - suber
7. La pagina 73, Fig. 33, r. 2 în loc de separaţie se va citi septaţie; din explicaţia Fig. 33 lipseşte sb - suber
8. La pagina 87, Fig. 40 şi 41 în loc de prc - procambiu se va citi cb - cambiu şi tot la Fig. 40 se introduce sp - spiralat
9. La pagina 88, este greşită explicaţia; nu este titlul de la Cucurbita pepo, ci de la Vitis vinifera; după titlul figurii, explicaţia este corectă.
10. La pagina 90, Fig. 45 (a,b) în loc de cb - cambiu se va citi pcb - procambiu
11. La paginile 94 şi 95, Fig. 47, în loc de cb - cambiu se va citi pcb - procambiu
12. La pagina 105, Fig. 52, r. 1, după Rumex patienta vine d - Humulus lupulus
13. La pagina 107, r. 1 sus, în loc de Astraceae se va citi Asteraceae
14. La pagina 113, r. 12 sus, în loc de Malus sp. se va citi Malus pumila
15. La pagina 120, r. 11 jos, după cuvântul lignificaţi se va adăuga şi suberificaţi
16. La pagina 133, r. 4 sus, în loc de lemnoase se va citi liberiene
17. La pagina 135, r 17 sus, în loc de simpoidială se va citi simpodială, monopoidială se va citi monopodială, izotomă se va citi isotomă, anizotomă se va citi anisotomă
18. La pagina 135, r. 2 jos, în loc de 65 a se va citi 65 c
19. La pagina 146, r. 16 sus, în loc de Typaceae se va citi Typhaceae
20. La pagina 178, r. 3 jos în loc de geminaţie se va citi germinaţie
21. La pagina 183, r. 1 sus, în loc de Nicotina se va citi Nicotiana
22. La pagina 184, r. 2 jos, în loc de Glecoma se va citi Glechoma
23. La pagina 188, r. 13 sus, în loc de Trapanaceae se va citi Trapaceae
24. La pagina 192, r. 1 sus, în loc de Fig. 87 c se va citi 87 b; r. 1 jos - în loc de Mimosa se va citi Mimosa pudica
25. La pagina 202, r. 18 sus, în loc de Caspa se va citi Caspary
26. La pagina 228, r. 8, în loc de cornuri femele se va citi conuri femele
27. La pagina 232, r. 3, în loc de Triticum vulgare se va citi Triticum aestivum
28. La pagina 236, r. 11, în loc de cyparissians se va citi cyparissias
29. La pagina 241, r. 9 sus, în loc de dialipetal se va citi dialitepal
30. La pagina 243 Fig. 122 în loc de Antirrhum se va citi Antirrhinum
31. La pagina 249, r. 11, în loc de Astraceae se va citi Asteraceae
32. La pagina 254, din explicaţia Fig. 135 lipseşte sp - sepale
33. La pagina 255, r. 6 sus, în loc de spârz se va citi spânz
34. La pagina 259, r. 13 jos, în loc de tegumente se va citi integumente
35. La pagina 261, Fig. 141 în loc de an - anatrop se va citi ant - antipode
36. La pagina 268, r. 7 sus, în loc de sechellarum se va citi seychellarum; în loc de tegument, integument (r. 10); în loc de tegument, tegment (r. 1 jos), [valabil şi pentru pag. 271 (r. 1 jos), 273 Fig. 149, r. 2; pagina 275, Fig 152, r. 15 sus]; în loc de euripaeus, europaeus (r. 5 jos); în loc de Myphacaceae, Nymphaeaceae (r. 6 jos)
37. La pagina 269, Fig 146, r. 1, în loc de stânga se va citi dreapta, şi la Fig. 147 în loc de Nicotina se va citi Nicotiana (este valabil si pentru pag. 270 , r. 15 jos)
38. La pagina 276, Fig. 154 în loc de epicotil se va citi epicarp
39. La pagina 279, r. 9 sus, în loc de Pisa se va citi Rosa
40. La pagina 280, r. 11 sus, în loc de moscata, moschata
41. La pagina 281, r. 1, în loc de Peonia se va citi Paeonia iar la r.4 se va adăuga sm - samânţă
42. La pagina 283, r. 9 jos, în loc polispermie se va citi polisperme
43. La pagina 284, r. 1, în loc de stramoniu se va citi stramonium şi în loc de fixidă, pixidă
44. La pagina 287, r. 13 sus, în loc de Anthirium se va citi Antirrhinum, r. 1 jos in loc de Juglanceaea, Juglandaceae şi r. 9 jos în loc de pluviovulate, pluriovulate
45. La pagina 295, r. 10 jos, în loc de aprifera se va citi apifera
46. La pagina 298, r. 1, în loc de frunze se va citi fructe
47. La pagina 301, r.13 (jos) şi 15 (sus), în loc de unciate se va citi uncinate
48. La pagina 303, r. 9 sus, în loc de Enonymus se va citi Euonymus şi la r. 3 jos în loc de Ipomea, Ipomoea
49. La pagina 304 , r. 2 jos, în loc de C. vasicaria se va citi C. vesicaria

Scanned with OKEN Scanner